COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 NOVEMBRE 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur diverses propriétés des rayons uraniques.* Note de M. Henri Becquerel.

« J'ai montré, il y a plusieurs mois ([1]), que l'uranium et ses sels émettent des radiations invisibles qui traversent les corps opaques et déchargent à distance les corps électrisés. Ces radiations présentent des propriétés communes avec le phénomène appelé *rayons X* par M. Röntgen, mais en diffèrent parce qu'elles se réfléchissent et se réfractent comme la lumière. Parmi les propriétés que j'ai observées en poursuivant l'étude de l'émission de ces radiations que, pour abréger, j'appellerai *radiations uraniques,* il en est deux qu'il me semble intéressant de signaler aujourd'hui :

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXII, p. 501, 559, 689, 762, 1086.

ce sont la durée de l'émission, et la faculté de communiquer à des gaz la propriété de décharger les corps électrisés.

1° *Durée de l'émission.*

» J'avais reconnu déjà que, au bout de plusieurs semaines, des sels d'uranium, maintenus à l'obscurité soit dans une boîte en carton, soit dans une boîte en plomb, continuent à émettre des radiations. Divers sels d'uranium, phosphorescents et non phosphorescents, uraniques et uraneux, dont quelques-uns étaient déjà maintenus à l'obscurité depuis le 3 mars, ont été enfermés le 3 mai dernier dans une double boîte en plomb épais, qui n'a pas quitté un réduit obscur où la lumière du jour ne pénètre pas. Ces sels ont été tous fixés sur une lamelle de verre, et quelques-uns enfermés dans une petite cloche en verre scellée à la lamelle inférieure par de la paraffine, de façon à exclure toute possibilité d'action par des vapeurs. Les lamelles de verre reposent sur une feuille de papier noir, tendue à 1^{cm} environ au-dessus du fond de la boîte intérieure, et une disposition très simple permet de glisser au fond de cette boîte un châssis de plomb contenant une plaque photographique, sans que les substances cessent d'être enfermées.

» Dans ces conditions, à l'abri de toute radiation connue, autre que le rayonnement des parois de la boîte, les substances ont continué à émettre des radiations actives, traversant le verre et le papier noir, et cela depuis plus de six mois pour les unes, et huit mois pour les autres. La dernière épreuve, développée le 7 novembre, est presque aussi intense que les épreuves développées à diverses dates intermédiaires; si l'on tient compte des différences dans la durée de l'exposition des plaques et dans l'intensité du développement, on constate un affaiblissement très petit entre l'épreuve du 3 mai et l'épreuve du 7 novembre. On voit que la durée de l'émission de ces rayons uraniques est tout à fait en dehors des phénomènes ordinaires de phosphorescence, et l'on n'a pu reconnaître encore où l'uranium emprunte l'énergie qu'il émet avec une si longue persistance.

2° *Dissipation de la charge des corps électrisés.*

» On sait que, entre autres propriétés des rayons X, M. J.-J. Thomson a trouvé que non seulement l'action directe de ces rayons décharge à distance un corps électrisé, mais que, après avoir fait agir ces rayons sur une

masse de gaz, il suffit de faire passer le gaz sur le corps électrisé pour le décharger. Récemment, M. Villari [1] a montré que les étincelles électriques, mais non l'effluve, communiquaient à divers gaz la même propriété.

» Je me suis proposé de rechercher si les rayons uraniques, qui déchargent à distance les corps électrisés, ne communiqueraient pas à divers gaz cette propriété conductrice.

» L'expérience a mis en évidence cette action.

» Après divers essais, je me suis arrêté aux dispositions suivantes :

» Un courant de gaz (air ou acide carbonique) traverse un tube contenant un tampon de coton pour arrêter les poussières, et un second tube en verre, où l'on pouvait enfermer un sel d'uranium. Ce tube débouche près de la boule d'un électroscope, dont le gâteau de diélectrine a été protégé par un manchon de cuivre.

» Dans une autre série d'expériences, on a substitué au dernier tube une boîte en carton, au milieu de laquelle on pouvait disposer un disque d'uranium métallique; deux ouvertures, dont l'une débouchait près de la boule de l'électroscope, permettaient de faire traverser la boîte par le courant gazeux et de diriger celui-ci sur la boule électrisée.

» Dans ces conditions, si l'on ne met pas tout d'abord l'uranium dans l'appareil, l'électroscope reste chargé et ne présente qu'une très faible déperdition, qu'on peut du reste mesurer. Cette déperdition augmente à peine lorsqu'on vient à faire passer le courant gazeux, si celui-ci est bien dépouillé de poussières. Lorsqu'on arrête le courant gazeux et qu'on place l'uranium dans la boîte, ou un sel d'uranium dans le tube, l'électroscope accuse une déperdition due à l'action directe des rayons uraniques. Par exemple, dans une expérience avec l'uranium métallique, la vitesse de la chute des feuilles d'or (exprimée en secondes d'angle par seconde de temps), qui était de 3 sans l'uranium, est devenue 16,7. On a mis alors en mouvement le courant d'air qui, après avoir passé sur l'uranium métallique, a été dirigé sur la boule de l'électroscope; la dissipation de la charge électrique est devenue considérable; la vitesse de la chute des feuilles d'or a été 88,6.

» L'action de l'air modifié par les rayons uraniques, pour la vitesse particulière du courant employé dans cette expérience, était donc

$$88,6 - 16,7 = 71,9.$$

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 598 et 599; octobre 1896.

» Le courant d'air était obtenu en comprimant, par des poids, de l'air dans un sac en caoutchouc.

» Le sulfate double d'uranyle et de potasse, pour des courants d'air à peu près les mêmes, a donné, dans diverses séries, des vitesses de chute des feuilles d'or mesurées par 22,2, 23,0 et 26,5. La moyenne 23,9 peut être comparée à l'action de l'uranium métallique 71,9. Le rapport est 3. Or, les actions directes des rayons uraniques émis par ces deux corps, sur l'électroscope dans l'air, avaient donné antérieurement le rapport 3,65.

» Si l'on a égard à ce fait que, dans l'expérience ci-dessus, les fuites de la boîte de carton contenant l'uranium métallique ne dirigeaient pas tout le courant gazeux sur l'électroscope, comme cela avait lieu pour le tube contenant le sel, on reconnaît que le rapport des actions de l'air modifié, dans les deux cas, est sensiblement le même que le rapport des actions directes du métal et du sel sur l'électroscope.

» Cette proportionnalité montre que l'effet n'est pas dû à un entraînement de poussières ou de vapeurs du métal ou du sel; pour en avoir une autre preuve, j'ai enveloppé le disque métallique avec une feuille simple de papier noir, et j'ai recommencé l'expérience. La vitesse de chute des feuilles d'or a été trouvée, après corrections, égale à 12, c'est-à-dire 0,16 de ce qu'elle était avec l'uranium non enveloppé. Des expériences faites, il y a quelques mois, sur l'affaiblissement dû au papier noir quand on faisait agir directement les corps dans l'air au repos, avaient donné 0,115 pour l'uranium, et 0,189 pour le sel.

» Les expériences faites avec un courant d'acide carbonique ont donné des résultats du même ordre, mais les courants gazeux étaient très faibles, et la difficulté de régler leur vitesse n'a pas permis d'avoir des nombres aussi directement comparables que les précédents.

» En résumé, les observations qui viennent d'être rapportées mettent hors de doute le fait de la décharge des corps électrisés par les gaz ayant été soumis à l'influence des rayons uraniques, et cette propriété, dont le mécanisme reste encore inexpliqué, vient ajouter une relation de plus entre les rayons X et les rayons uraniques, qui, au point de vue de la réflexion et de la réfraction, paraissent être des phénomènes tout à fait différents. »

M. Bouquet de la Grye fait hommage à l'Académie d'un Opuscule qu'il vient de publier sous le titre « Décimalisation de l'heure et de la circonférence ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats, qui doit être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour les fonctions de Directeur de l'Observatoire de Paris.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 62,

M. Lœwy	obtient.	42	suffrages.
M. Callandreau	»	18	»
M. Poincaré	»	1	»

Il y a 1 bulletin blanc.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 59,

M. Callandreau	obtient.	48	suffrages.
M. Stéphan	»	2	»
M. Poincaré	»	1	»
M. Wolf	»	1	»

Il y a 7 bulletins blancs.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne . . . . M. **Lœwy.**
En seconde ligne. . . . . M. **Callandreau.**

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre dans la Section de Minéralogie, en remplacement de feu M. *Daubrée*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 56,

M. Michel Lévy	obtient	54	suffrages,
M. de Lapparent	»	2	»

M. **Michel Lévy**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

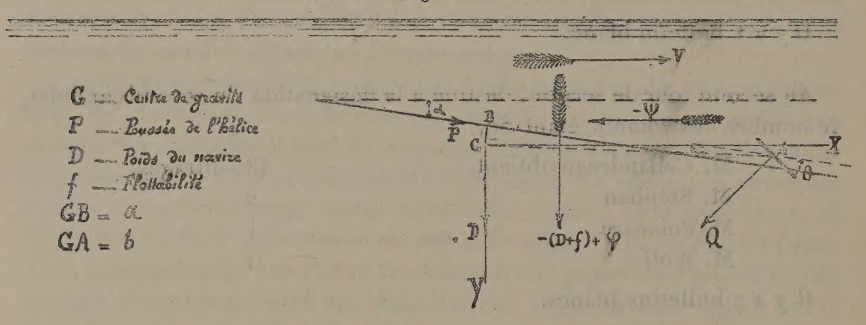
MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

NAVIGATION. — *Étude théorique sur la plongée des sous-marins*. Mémoire de M. LEFLAIVE. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. de Bussy, Guyou, amiral de Jonquières.)

« I. *Établissement des équations*. — Nous supposons un sous-marin naviguant sous l'eau et maintenu à une profondeur constante, sous une incli-

Fig. 1.



naison α, par un ou plusieurs gouvernails horizontaux tels que A. Les forces qui agissent sur lui sont :

» 1° *Son poids* D, égal au déplacement lorsqu'il flotte au repos;

» 2° *La poussée de l'hélice* P, dirigée suivant l'axe de l'arbre;

» 3° *Les pressions de l'eau sur la carène*, symétriques comme celle-ci par rapport à un plan longitudinal, et dont la résultante peut être définie par ses projections $-\psi$ et $-(D+f)+\varphi$ sur GX et GY et par son moment M par rapport à G. Le terme $-(D+f)$ a été mis en évidence parce qu'il représenterait la poussée verticale si le bâtiment, complètement immergé, était au repos;

» 4° *L'action des gouvernails orientables* : ces forces, telles que Q, sont normales au safran du gouvernail.

» Les équations d'équilibre sont au nombre de trois :

(1) $-\psi + P\cos\alpha - \Sigma[Q\sin(\alpha+\theta)] = 0.$ Projection sur GX.

(2) $-f + \varphi + P\sin\alpha + \Sigma[Q\cos(\alpha+\theta)] = 0.$ Projection sur GY.

(3) $M + P.\overline{GB} + \Sigma[Q.\overline{GA}\cos(\theta-\varepsilon)] = 0.$ Moments.

» II. *Flottabilité.* — Le problème peut donc se mettre en équations. Pour arriver à résoudre pratiquement la question, on remarque que les angles α et θ sont, dans la pratique, assez faibles pour qu'on puisse les supposer, dans les équations, infiniment petits du premier ordre; on remplace alors les fonctions φ, ψ, P, Q, M par leurs développements en séries, et l'on ne conserve que les termes du premier degré en α et θ :

$$(\psi_0 + \varphi_1 + Q_1)\alpha + Q_1\theta = f - \varphi_0, \tag{4}$$

$$(M_1 - \psi_1 d + Q_1 b)\alpha + Q_1 b\theta = \psi_0 d - M_0. \tag{5}$$

» On peut tirer α et θ de deux équations dont la forme linéaire montre que :

» 1° Lorsque les valeurs de la flottabilité croissent en progression arithmétique, les angles α et θ croissent aussi en progression arithmétique.

» Puis, la discussion complète des coefficients de α et de θ montre que, pour plonger avec de fortes flottabilités, il faut (pour une même inclinaison α) :

» 2° Que le sous-marin ait un large plan de dérive horizontal;

» 3° Que la vitesse soit la plus grande possible;

» 4° Que le gouvernail de plongée soit, par rapport au centre de gravité, du côté opposé au centre de dérive horizontale du sous-marin;

» 5° Que le propulseur agisse, sous ce rapport, dans le même sens que les formes de la carène.

» III. *Stabilité.* — L'équilibre sous l'eau, sous une inclinaison α_0 calculée avec les équations (4) et (5), sera stable si l'équilibre des forces agissant sur le sous-marin est lui-même stable, ce qui s'exprime algébriquement par

$$\frac{d(\Sigma \text{ moments})}{d\alpha} < 0 \text{ pour } \alpha = \alpha_0$$

ou

$$M_1 - \psi_1 d + Q_1 b < 0.$$

» Il faut donc :

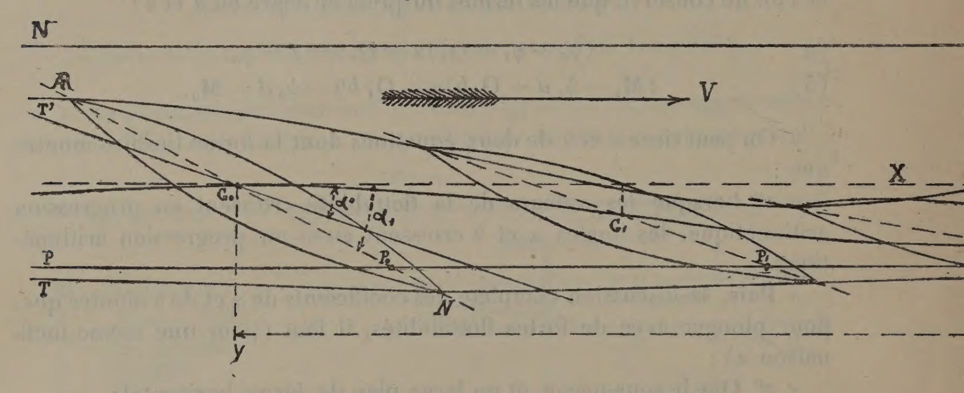
» 1° Rejeter sur l'arrière le plan de dérive horizontal, tout en lui donnant le plus grand développement possible ;

» 2° Placer le gouvernail de plongée à l'arrière. Or, au point de vue de la flottabilité, il y a avantage à placer le gouvernail de plongée du côté opposé au plan de dérive horizontal; on donnera donc d'abord à celui-ci tout le développement nécessaire sur l'arrière pour assurer largement la

stabilité, et l'on placera le gouvernail de plongée le plus près possible de l'avant.

» IV. *Tangage sous l'eau.* — Lorsque l'équilibre est stable et qu'une cause accidentelle produit une inclinaison nouvelle α_1 (θ_0 restant fixe), le

Fig. 2.



sous-marin oscille autour de sa position d'équilibre α_0; les équations du tangage, en milieu non résistant, sont

$$(6)\qquad I\frac{d^2\alpha}{dt^2} = (M_1 - \psi_1 d + Q_1 b)\alpha - \psi_0 d + M_0 + Q_1 b\theta_0,$$

$$(7)\qquad \frac{D}{g}\frac{d^2 y}{dt^2} = (\psi_0 + \varphi_1 + Q_1)\alpha + \varphi_0 - f + Q_1\theta_0.$$

» Posons

$$A = \frac{1}{I}(M_1 - \psi_1 d + Q_1 b), \qquad A' = \frac{g}{D}(\psi_0 + \varphi_1 + Q_1),$$

$$B = \frac{1}{I}(-\psi_0 d + M_0 + Q_1 b\theta_0), \qquad B' = \frac{g}{D}(\varphi_0 - f + Q_1\theta_0).$$

» L'intégration donne

$$(6')\qquad \alpha = \alpha_0 + (\alpha_1 - \alpha_0)\cos\frac{2\pi t}{\tau},$$

$$(7')\qquad y = \frac{A'}{A}(\alpha_1 - \alpha_0)\left(1 - \cos\frac{2\pi t}{\tau}\right)$$

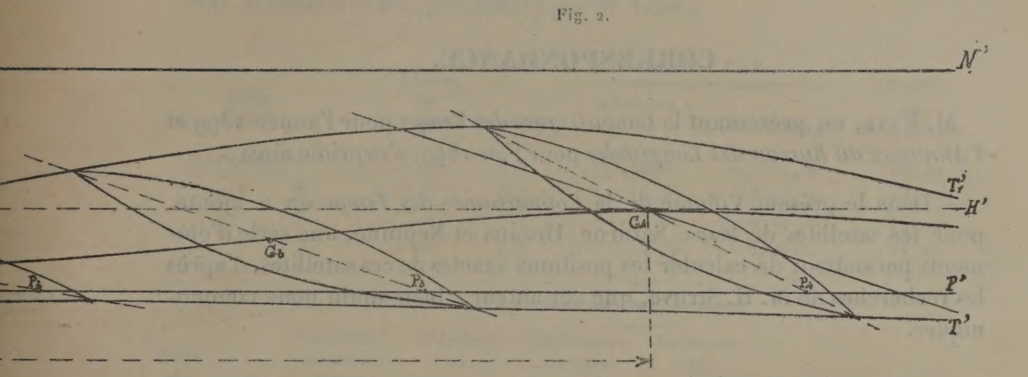
ou

$$y = \frac{A'}{A}(\alpha_1 - \alpha);$$

avec $\tau = \frac{2\pi}{\sqrt{-A}}$ (¹); τ est la période d'une oscillation double, ou la durée d'une embardée dont l'amplitude angulaire est $2(\alpha_1 - \alpha_0)$.

» Ces équations permettent de trouver le point P_0, sur l'axe du sous-

Fig. 2.



marin, qui ne change pas de profondeur dans le tangage, et dont la trajectoire est, par conséquent, rectiligne; ce point est donné par $G_0 P_0 = -\frac{A'}{A}$, expression positive; P_0 est donc sur l'avant du centre de gravité.

» On peut alors représenter les positions successives d'un sous-marin tanguant sous l'eau par la *fig.* 2 où la longueur $G_0 G_1 = V\tau$ est la longueur de l'embardée, et où $G_2 g_2 = -2\frac{A'}{A}(\alpha_1 - \alpha_0)$ est la hauteur de l'embardée du centre de gravité. Les points situés à égale distance de P_0 ont donc des embardées de même amplitude, et le point d'amplitude maximum est la pointe extrême-arrière du sous-marin. »

M. E. Fontaneau soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur un cas particulier du Mouvement des liquides ».

(Commissaires : MM. Boussinesq, Sarrau.)

M. G. Morosov soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé

(¹) Pour que l'intégration soit possible, il faut que $A < 0$, ce qui exprime justement que l'équilibre est stable.

« Postulat d'Euclide, considéré comme une propriété de l'espace à trois dimensions ».

(Commissaires : MM. Darboux, Poincaré.)

CORRESPONDANCE.

M. Faye, en présentant la *Connaissance des Temps* pour l'année 1899 et l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour l'an 1897, s'exprime ainsi :

« Dans le présent Volume de la *Connaissance des Temps* on a ajouté, pour les satellites de Mars, Saturne, Uranus et Neptune, une série d'éléments permettant de calculer les positions exactes de ces satellites, d'après les recherches de M. H. Struve, que cet auteur a bien voulu nous communiquer.

» Par rapport à l'*Annuaire*, nous signalons les améliorations suivantes :

» Le Tableau relatif aux petites planètes renferme toutes les planètes découvertes jusqu'en septembre 1896 : leur nombre s'élève à 431.

» Les notices sur les comètes s'étendent jusqu'en 1895.

» Celles des étoiles doubles comprennent une nouvelle orbite, celle de Σ 1879 due à M. Lewis.

» M. Moureaux a tenu au courant les valeurs des éléments magnétiques pour 1897.

» M. Damour a ajouté les densités des carbures déterminés par M. Moissan.

» M. Sudre a ajouté les monnaies du Transvaal à son Tableau des monnaies étrangères.

» M. Berthelot a remanié les Tableaux relatifs aux corps simples et ceux qui sont relatifs à la Thermochimie en se servant des poids atomiques.

» Enfin l'*Annuaire* comprend trois Notices dues à M. *Tisserand;* une à M. *Poincaré,* sur les rayons cathodiques et les rayons Röntgen ; et deux à M. *Janssen.*

» Nous donnons, en outre, les discours prononcés par M. Cornu aux funérailles de M. Fizeau, et par MM. Janssen, Lœwy et Poincaré, à celles de M. Tisserand. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Perrine* (1896, nov. 2), *faites à l'observatoire d'Alger* (Équatorial coudé de $0^m,318$); par MM. **Rambaud** et **Sy**, présentées par M. Lœwy.

Dates. 1896.	Étoiles de compar.	Grandeur.	Comète — Étoile. Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
Novembre 6........	*a*	8,7	+0.16,81 (m s)	−2.54,8	18:12
6........	*a*	8,7	+0.14,53	−3.47,7	18:12
7........	*b*	7,7	+1. 5,32	+0.27,3	14:10
7........	*b*	7,7	+1. 4,39	−0. 5,0	14:10

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1896.	★	Asc. droite moyenne 1896,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1896,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Nov. 6.	*a*	20.15. 9,33 (h m s)	+2,28 (s)	+22.12.14,5	+18,3	Astr. Gesellschaft, n° 7639.
7.	*b*	20.12.50,80	+2,28	+21.25.42,4	+17,8	Astr. Gesellschaft, n° 7611.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1896.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
Nov. 6......	8.42.29 (h m s)	20.15.28,42 (h m s)	$\bar{1}$,612	+22.12.15,6	0,516
6......	9.10.04	20.15.26,14	$\bar{1}$,647	+22.11.22,7	0,550
7......	7.55.26	20.13.58,40	$\bar{1}$,539	+21.26.27,5	0,478
7......	8.10.39	20.13.57,47	$\bar{1}$,568	+21.25.55,2	0,496

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les courbes algébriques à torsion constante*. Note de M. **Eugène Fabry**, présentée par M. Darboux.

« Une courbe algébrique à torsion constante est représentée par les équations

$$x = \tau \int \frac{l\,dk - k\,dl}{h^2 + k^2 + l^2}, \qquad y = \tau \int \frac{h\,dl - l\,dh}{h^2 + k^2 + l^2}, \qquad z = \tau \int \frac{k\,dh - h\,dk}{h^2 + k^2 + l^2},$$

où h, k, l sont trois polynomes, sans facteurs communs, tels que tous les résidus de x', y', z' soient nuls.

» Soit $t=a$ une racine double de Σh^2, et

$$\Sigma h^2 = (t-a)^2 \mathrm{P}(t).$$

» Le résidu, pour $t=a$, de $\dfrac{lk'-kl'}{\Sigma h^2}$ sera nul, si le polynome

$$(lk''-kl'')\mathrm{P} - (lk'-kl')\mathrm{P}'$$

est divisible par $t-a$. En le multipliant par h' et ajoutant les trois expressions symétriques, on voit que

$$\begin{vmatrix} h & k & l \\ h' & k' & l' \\ h'' & k'' & l'' \end{vmatrix}$$

est divisible par $t-a$, ainsi que

$$(lk'-kl')\Sigma hh'' = (lk''-kl'')\Sigma hh' - (l'k''-k'l'')\Sigma h^2 - h \begin{vmatrix} h & k & l \\ h' & k' & l' \\ h'' & k'' & l'' \end{vmatrix}.$$

» Mais si les trois polynomes, tels que $lk'-kl'$, s'annulaient pour $t=a$, les polynomes $lk''-kl''$ s'annuleraient aussi; et comme h, k, l n'ont pas de facteurs communs, $\Sigma h'^2$ et $\Sigma hh''$ seraient divisibles par $t-a$ et Σh^2 par $(t-a)^3$. Il faut donc que $\Sigma hh''$ soit divisible par $t-a$ et par suite aussi $\mathrm{P} - \Sigma h'^2$, ainsi que $\mathrm{P}' - \Sigma h'h'' - \frac{1}{3}\Sigma hh'''$.

» Pour $t=a$ on aura donc

$$(lk''-kl'')\Sigma h'^2 - (lk'-kl')(\Sigma h'h'' + \tfrac{1}{3}\Sigma hh''') = 0$$

ou

$$\frac{lk'-kl'}{3}\Sigma hh''' + (k'l''-l'k'')\Sigma hh' - h' \begin{vmatrix} h & k & l \\ h' & k' & l' \\ h'' & k'' & l'' \end{vmatrix} = 0,$$

et $\Sigma hh'''$ est aussi divisible par $t-a$.

» Réciproquement, si Σh^2, $\Sigma hh'$, $\Sigma hh''$ et $\Sigma hh'''$ s'annulent pour $t=a$, $\Sigma h'^2$ n'étant pas nul, on voit de même que les trois résidus sont nuls.

» Supposons que Σh^2 n'ait que des racines doubles, et soit

$$\Sigma h^2 = q^2;$$

il faudra que $\Sigma h'^2 - q'^2$ et $\Sigma h'h'' - q'q''$ soient divisibles par q, ou $\Sigma h'^2 - q'^2$ par q^2. Cela n'est pas possible lorsque les polynomes h, k, l sont réels.

» Soit $t = a$ une racine triple de Σh^2, et $h^2 + k^2 + l^2 = (t-a)^3 \times \text{P}$.

» Le résidu, pour $t = a$, de $\dfrac{lk' - kl'}{\Sigma h^2}$ sera nul si

$$(lk''' - kl''' + l'k'' - k'l'')\text{P}^2 - (lk'' - kl'')\,2\text{PP}' + (lk' - kl')(2\text{P}'^2 - \text{PP}'')$$

est divisible par $t - a$. En multipliant par h et ajoutant les trois expressions symétriques, on voit que

$$\begin{vmatrix} h & k & l \\ h' & k' & l' \\ h'' & k'' & l'' \end{vmatrix} \qquad \text{et par suite} \qquad (lk' - kl')\Sigma hh''$$

sont divisibles par $t - a$. Mais si les trois polynomes tels que $lk' - kl'$ s'annulaient pour $t = a$, $\Sigma h'^2$ s'annuleraient ainsi que $\Sigma hh''$. Donc $\Sigma hh''$ est divisible par $t = a$, et par suite aussi $\Sigma h'^2$.

» En multipliant le résidu par h', h'', h''', on démontrera de même que

$$\begin{vmatrix} h & k & l \\ h' & k' & l' \\ h''' & k''' & l''' \end{vmatrix}, \qquad \begin{vmatrix} h & k & l \\ h'' & k'' & l'' \\ h''' & k''' & l''' \end{vmatrix}, \qquad \begin{vmatrix} h' & k' & l' \\ h'' & k'' & l'' \\ h''' & k''' & l''' \end{vmatrix}$$

sont divisibles par $t - a$, et par suite aussi

$$(lk' - kl')\Sigma hh''', \qquad (lk'' - kl'')\Sigma hh''' \qquad \text{et} \qquad (l'k'' - k'l'')\Sigma hh'''.$$

» Il en résulte que $\Sigma hh'''$ s'annule pour $t = a$, car autrement les trois polynomes $lk''' - kl'''$ s'annuleraient aussi, et par suite $\Sigma hh'''$. On démontre de même que $(lk' - kl')\Sigma h'h''$ est divisible par $t - a$, ainsi que $\Sigma h'h''$.

» Mais $\Sigma hh'''$ et $\Sigma h'h''$ étant divisibles par $t - a$, Σh^2 sera divisible par $(t-a)^4$.

» Donc Σh^2 ne doit avoir aucune racine triple; et, si la courbe est réelle, il doit y avoir une racine au moins quadruple. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une application de la théorie des groupes continus à l'étude des points singuliers des équations différentielles linéaires.* Note de M. F. **Marotte**, présentée par M. Émile Picard.

« I. Dans le cas où toutes les intégrales d'une équation linéaire sont régulières en un point singulier a, leur groupe de substitutions, lorsque la

variable tourne autour de a, et mieux encore l'équation déterminante, définissent complètement la forme analytique des intégrales dans le voisinage du point a.

» M'inspirant des idées de Galois, je me propose de montrer, dans cette Note, comment on peut définir, *dans le cas général, un groupe continu algébrique de transformations linéaires,* dont les invariants différentiels caracrisent complètement la nature des singularités des intégrales autour du point a.

» M. Picard a montré (*Traité d'Analyse,* t. III) que l'intégration d'une équation linéaire à coefficients rationnels est intimement liée à l'étude d'un groupe algébrique de transformations linéaires, qui joue le même rôle que le groupe de Galois dans la résolution d'une équation algébrique. En suivant une marche exactement parallèle à celle de M. Picard, j'ai démontré, *relativement à l'étude des intégrales autour d'un point singulier*, des théorèmes de forme toute semblable à ceux qu'il a obtenus pour l'étude des intégrales dans tout le plan.

» II. Nous dirons qu'une fonction $f(x)$ est *déterminée* au point a si ce point est, pour la fonction, un point ordinaire ou un pôle. On aura ainsi

$$f(x) = (x - a)^n \varphi(x),$$

n étant un nombre entier positif, négatif ou nul, et $\varphi(x)$ une fonction régulière et différente de zéro au point a.

» Considérons l'équation différentielle linéaire

$$\frac{d^n y}{dx^n} + p_1 \frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}} + \ldots + p_n y = 0, \tag{1}$$

dont les coefficients sont rationnels. (Le raisonnement s'appliquerait aussi au cas où ces coefficients sont seulement déterminés en a.) Désignons par $y_1, y_2, \ldots, y_n$ un système fondamental d'intégrales et posons

$$V = u_1 y_1 + u_2 y_2 + \ldots + u_n y_n$$

les quantités u étant des fonctions rationnelles arbitraires. La fonction V satisfait à une équation linéaire à coefficients rationnels d'ordre n^2,

$$\frac{d^{n^2} V}{dx^{n^2}} + P_1 \frac{d^{n^2-1} V}{dx^{n^2-1}} + \ldots + P_{n^2} V = 0, \tag{2}$$

et les intégrales $y_1, y_2, \ldots, y_n$ et leurs dérivées s'expriment par des fonc-

tions linéaires à coefficients rationnels de V, $\frac{dV}{dx}, \ldots, \frac{d^{n^2-1}V}{dx^{n^2-1}}$,

$$y_1 = \alpha_1 V + \alpha_2 \frac{dV}{dx} + \ldots + \alpha_{n^2} \frac{d^{n^2-1}V}{dx^{n^2-1}},$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$y_n = \lambda_1 V + \lambda_2 \frac{dV}{dx} + \ldots + \lambda_{n^2} \frac{d^{n^2-1}V}{dx^{n^2-1}}.$$

» A toute intégrale de l'équation (2) correspond un système d'intégrales $y_1, y_2, \ldots, y_n$ de l'équation (1) qui sera un système fondamental; sauf le cas où le déterminant formé par les y et leurs dérivées, jusqu'à l'ordre $n-1$, serait nul, ce qui donnerait l'équation

$$\varphi\left(x, V, \frac{dV}{dx}, \ldots, \frac{d^kV}{dx^k}\right) = 0 \qquad k \leqq n^2 - 1,$$

φ étant un polynome entier par rapport aux quantités $x, V, \ldots, \frac{d^kV}{dx^k}$. Ainsi, à toute intégrale de (2), ne satisfaisant pas à φ, correspond un système fondamental de (1).

» Ceci posé, *il arrivera, en général*, que certaines solutions de l'équation (2), n'appartenant pas à φ, vérifieront l'équation

$$f\left[(x), V, \frac{dV}{dx}, \ldots, \frac{d^pV}{dx^p}\right] = 0,$$

f étant un polynome entier par rapport aux quantités V, $\frac{dV}{dx}, \ldots, \frac{d^pV}{dx^p}$, dont *les coefficients sont des fonctions déterminées au point a*. C'est ici que ces considérations se distinguent de celles de M. Picard qui, étudiant les intégrales dans tout le plan, considère une équation f rationnelle par rapport à x.

» Parmi toutes les équations telles que f, considérons celles qui sont d'ordre moindre et parmi celles-ci l'une de celles de moindre degré en $\frac{d^pV}{dx^p}$, que nous appellerons f. On démontre immédiatement que toutes les solutions de f n'appartenant pas à φ appartiennent à l'équation (2) et même que l'intégrale générale de f y appartient aussi.

» De plus, les p constantes qui figurent dans cette intégrale générale y entrent *algébriquement*

$$V = V[(x), \lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_p].$$

» Soient $y_1, y_2, \ldots, y_n$ le système fondamental correspondant à une solution particulière $V^0 = V[(x), \lambda_1^0, \ldots, \lambda_p^0]$ et $Y_1, Y_2, \ldots, Y_n$ le système

fondamental correspondant à l'intégrale générale V. On a

$$Y_1 = a_{11} y_1 + a_{12} y_2 + \ldots + a_{1n} y_n,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$Y_n = a_{n1} y_1 + a_{n2} y_2 + \ldots + a_{nn} y_n.$$

» Les quantités a dépendent algébriquement de $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_p$ et *ces équations définissent un groupe algébrique à p paramètres.*

» III. Nous avons ainsi défini un groupe g_a attaché à la singularité a de l'équation différentielle. Ce groupe possède les deux propriétés fondamentales suivantes :

» 1° *Toute fonction rationnelle de* $x, y_1, y_2, \ldots, y_n$ *et de leurs dérivées déterminée au point a reste invariable quand on effectue sur* $y_1, y_2, \ldots, y_n$ *les substitutions du groupe* g_a;

» 2° *Toute fonction rationnelle de* $x, y_1, y_2, \ldots, y_n$ *et de leurs dérivées qui reste invariable par les substitutions du groupe* g_a *est une fonction de x déterminée au point a.*

» *Les divers groupes* $g_a, g_b, \ldots$ *attachés aux points singuliers a, b, ... de l'équation différentielle sont des sous-groupes du groupe de transformations* G *considéré par M. Picard.*

» *Ce groupe* G *est le plus petit groupe algébrique contenant le groupe de monodromie et les groupes* $g_a, g_b, \ldots$. Sans se servir de la considération des groupes g, M. Klein a démontré ce théorème dans le cas particulier où tous les points singuliers de l'équation sont réguliers.

» IV. Un exemple éclaircira ce qui précède. Supposons que l'équation admette au voisinage de a un système fondamental de la forme

$$y_1 = e^{P_1\left(\frac{1}{x-a}\right)}(x-a)^{r_1}\varphi_1, \qquad \ldots, \qquad y_n = e^{P_n\left(\frac{1}{x-a}\right)}(x-a)^{r_n}\varphi_n,$$

où les P sont des polynomes et les φ des fonctions *holomorphes*, différentes de zéro en a. Le groupe g_a est ici le groupe à n paramètres

$$Y_1 = a_1 y_1, \qquad \ldots, \qquad Y_n = a_n y_n,$$

ou un de ses sous-groupes. Les invariants différentiels

$$\frac{y'_1}{y_1} = P'_1\left(\frac{1}{x-a}\right) + \frac{r_1}{x-a} + \ldots; \quad \ldots; \quad \frac{y'_n}{y_n} = P'_n\left(\frac{1}{x-a}\right) + \frac{r_n}{x-a} + \ldots$$

déterminent complètement la forme analytique des intégrales au voisinage du point a.

» Je demanderai à l'Académie la permission d'indiquer dans une prochaine Note comment on peut étendre ces considérations aux équations aux dérivées partielles du premier ordre. »

MÉCANIQUE. — *Sur les singularités des équations de la Dynamique et sur le problème des trois corps.* Note de M. **P. Painlevé**, présentée par M. Poincaré.

« Je considère un système matériel S dont la position est définie par n paramètres réels $x_1, \ldots, x_n$. Je suppose que la force vive du système $2T = \Sigma A_{ij}(x_1, \ldots, x_n) x'_i x'_j$ a son discriminant différent de zéro pour toute position de S, et que les coefficients A_{ij} de T, ainsi que les coefficients X_i du travail virtuel $\Sigma X_i(x_1, \ldots, x_n)\delta x_i$ des forces données, sont des fonctions de $x_1, \ldots, x_n$ à un nombre fini de branches, holomorphes pour toute position de S, sauf pour certaines positions exceptionnelles que j'appelle *singulières*. Encore réserverai-je ce nom aux positions qui demeurent singulières de quelque façon qu'on choisisse les paramètres $x_1, \ldots, x_n$. Ces positions singulières seront définies par certains systèmes de relations tels que $\varphi_k(x_1, \ldots, x_n) = 0$, $(k = 1, 2, \ldots, l)$, où les φ_k sont, par hypothèse, des fonctions uniformes et holomorphes de $x_1, \ldots, x_n$ (pour les positions réelles de S) : il est loisible de remplacer ces relations par une condition unique

$$F(x_1, \ldots, x_n) = 0,$$

où F désigne le produit de toutes les expressions telles que

$$\varphi_1^2 + \varphi_2^2 + \ldots + \varphi_l^2.$$

Enfin, MK^2 désignera le moment d'inertie de S par rapport à l'origine.

» Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, 26 octobre 1896), j'ai donné des exemples très simples où S (partant pour $t = 0$ de conditions initiales régulières) ne tend vers aucune position limite (à distance finie ou infinie) quand t tend vers un certain instant t_1. Quand il en est ainsi, soient $T(t)$, $K(t)$, $F(t)$ les valeurs des quantités positives T, K, F l'instant t, et soit $\rho(t)$ la plus petite des valeurs $\frac{1}{T}$, $\frac{1}{K}$, F; je montre que $\rho(t)$ tend vers zéro quand t tend vers t_1. Autrement dit, on peut énoncer ce théorème :

» Théorème I. — *Quand t tend vers t_1, ou bien* S *tend vers une position déterminée à distance finie avec des vitesses finies et déterminées; ou bien le minimum $\rho(t)$ des quantités $\frac{1}{T}$, $\frac{1}{K}$,* F *tend vers zéro.*

» Corollaires. — Si les forces dérivent d'un potentiel $U(x_1, \ldots, x_n)$, qui soit une fonction de $x_1, \ldots, x_n$ à un nombre fini de branches, le théo-

rème I subsiste quand on désigne par $\rho(t)$ le minimum de $\frac{1}{K}$, F. Si, de plus, $\frac{U}{K^2}$ reste inférieur à un nombre fini pour les grandes valeurs de K^2, le théorème subsiste quand on remplace $\rho(t)$ par $F(t)$. Si, enfin, ces dernières conditions étant remplies, les positions singulières de S sont *isolées*, S tend nécessairement vers une position limite quand t tend vers t_1.

» *Ces propositions entraînent d'importantes conséquences pour les systèmes* S *qui ne présentent pas de positions singulières et qui satisfont, en outre, à une des trois conditions suivantes :*

» 1° Les forces dérivent d'un potentiel $U(x_1, \ldots, x_n)$ à un nombre fini de branches, et $\frac{U}{K^2}$ reste inférieur à un nombre fini α pour toute position de S;

» 2° Les forces ne dérivent pas d'un potentiel, mais les $|A_{ij}|$, $|X_i|$ restent inférieurs à une quantité α pour toute position de S;

» 3° La force vive est de la forme $\Sigma x_i'^2$, et les forces X_i sont telles que les $\frac{|X_i|}{K}$ restent inférieurs à une quantité α, pour toute position de S.

» *Dans ces trois cas, le mouvement se poursuit régulièrement, si grand que soit t, et les $x_i(t)$ se laissent développer en séries de polynomes*

$$(a) \qquad x_i(t) = \Sigma P_l^{(i)}(t, x_1^0, \ldots, x_n^0, x_1'^0, \ldots, x_n'^0)$$

convergentes pour t quelconque, dont les termes successifs se calculent en fonction des $x_i^0, \ldots, x_i'^0, \ldots$ à l'aide de simples différentiations, et qui jouissent (au point de vue de la convergence, de la dérivation, etc.) des propriétés d'une série de Taylor.

» Ce n'est là d'ailleurs qu'un des modes de développement qu'on peut adopter. En particulier, *admettons qu'il n'existe pas de positions singulières de* S *et que la fonction des forces* $U(x_1, \ldots, x_n)$ *reste inférieure, ainsi que les* $|A_{ij}|$, $\left|\frac{\partial U}{\partial x_i}\right|$, *à une quantité* α : à chaque valeur de la constante des forces vives h correspond une quantité λ telle que, en posant $\tau = \frac{1 - e^{\lambda t}}{1 - e^{-\lambda t}}$, les $x_i(t)$ se laissent développer (pour t quelconque) *sous forme de série entière en* τ :

$$(b) \qquad \begin{cases} x_i(t) = x_i^0 + c_1^{(i)}(\ldots, x_i^0, \ldots, x_i'^0, \ldots)\tau \\ \qquad\qquad + c_2^{(i)}(\ldots, x_i^0, \ldots, x_i'^0, \ldots)\tau^2 + \ldots. \end{cases}$$

Cette dernière catégorie comprend tous les problèmes intéressant *le corps solide fixé par un de ses points*.

» *Le problème des n corps* ne rentre dans aucune des trois catégories énumérées; appliqué à ce problème, le théorème I conduit à la proposition suivante :

» *Quand t croît à partir de $t = 0$, ou bien les n corps occupent à chaque instant t des positions déterminées et distinctes (à distance finie), avec des vitesses déterminées et finies;*

» *Ou bien, quand t tend vers t_1, deux au moins des n corps $M_1, \ldots, M_n$ tendent vers le même point déterminé de l'espace; il y a choc à l'instant t_1;*

» *Ou bien, quand t tend vers t_1,* QUATRE AU MOINS *des n corps, soient $M_1, \ldots, M_\nu$ ($\nu \geqq 4$), ne tendent vers aucune position limite à distance finie; le minimum $\rho(t)$ des distances mutuelles r_{ij} des ν points $M_1, \ldots, M_\nu$ tend alors vers zéro avec $(t - t_1)$, sans qu'aucune des quantités r_{ij} tende constamment vers zéro.*

» D'après cela, trois hypothèses sont possibles suivant les conditions initiales :

» Ou bien les distances mutuelles $r_{ij}(t)$ des n corps restent supérieures à une quantité positive α, quel que soit t; les $x_i(t)$ se laissent alors développer sous la forme (b);

» Ou bien la limite inférieure $\eta(t)$ des r_{ij} entre 0 et t tend vers zéro quand t croît indéfiniment sans s'annuler jamais; les $x_i(t)$ se laissent développer sous la forme (a);

» Ou bien $\eta(t)$ tend vers zéro quand t tend vers t_1; les $x_i(t)$ se laissent développer sous la forme (a) pour $t < t_1$, mais ne peuvent être calculés au delà.

» *Quand n est égal à 3, la dernière circonstance ne se présente que si deux au moins des trois corps se choquent à l'instant t_1 en un point déterminé de l'espace.*

» *Le problème des trois corps se laisse donc intégrer à l'aide des séries (a), si l'on excepte les conditions initiales pour lesquelles deux des points se choquent au bout d'un temps fini t_1, en un point déterminé de l'espace.* L'étude des trajectoires réelles qui correspondent aux conditions singulières

$$x_1 = x_2 = x^0, \qquad y_1 = y_2 = y^0, \qquad z_1 = z_2 = z^0$$

me donne lieu de penser que les conditions initiales pour lesquelles il y a choc satisfont *à deux relations analytiques distinctes*. Mais c'est là un point dont je n'ai pas encore achevé l'étude. »

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Sur le mouvement d'un solide dans un liquide indéfini.* Note de M. **R. Liouville**, présentée par M. Appell.

« Lorsqu'un corps solide est mobile sans forces accélératrices dans un liquide indéfini, son mouvement est déterminé par un système d'équations différentielles, de nature assez compliquée, dont on connaît cependant trois cas d'intégration.

» L'un d'eux a été signalé d'abord par Kirchhoff et les conditions qu'il exige ont été présentées par Clebsch sous une forme un peu plus générale. Ce cas, étudié complètement par Halphen, est le sujet d'un des Chapitres de son *Traité des fonctions elliptiques* (t. II, Chap. IV).

» Deux autres cas ont été indiqués par Clebsch et plusieurs géomètres, Thomson et Tait, H. Weber, plus récemment M. Kötter, s'en sont occupés de diverses façons.

» Je me suis proposé d'appliquer à l'étude générale de la question les principes d'une méthode qui m'avait réussi dans un problème de Mécanique soumis à des équations assez différentes. Voici comment s'offraient les recherches analytiques dont il s'agit et quels sont les résultats obtenus.

» Il y a six inconnues x_1, x_2, x_3, y_1, y_2, y_3, fonctions d'une même variable t. Le système différentiel dont elles dépendent est formé de six équations, qui se déduisent par symétrie des deux suivantes :

$$(1)\quad \frac{dx_1}{dt} = x_3\frac{\partial T}{\partial y_2} - x_2\frac{\partial T}{\partial y_3}, \qquad \frac{dy_1}{dt} = x_3\frac{\partial T}{\partial x_2} - x_2\frac{\partial T}{\partial x_3} + y_3\frac{\partial T}{\partial y_2} - y_2\frac{\partial T}{\partial y_3}.$$

» J'ai représenté par T une forme quadratique, définie et positive, contenant les six inconnues x_1, x_2, ..., y_3. On y peut distinguer trois parties, T_1, $2T_2$, T_3, dont elle est la somme, T_1, T_3 désignant des formes quadratiques, la première indépendante des trois variables y, la seconde des trois x, $2T_2$ une forme bilinéaire où entrent à la fois les six variables. Une substitution linéaire permet de réduire T_3 à ses trois carrés sans rien changer aux équations différentielles.

» J'imagine cette substitution faite et, pour éviter une discussion sans intérêt véritable, je suppose, en outre, les coefficients des carrés différents de zéro, en sorte que

$$T_3 = A_1 y_1^2 + A_2 y_2^2 + A_3 y_3^2, \qquad A_1, A_2, A_3 > 0.$$

» Soit encore

$$T_2 = \Sigma a_{i,k} x_i y_k, \qquad T_1 = a_1 x_1^2 + a_2 x_2^2 + \ldots + 2 b_1 x_2 x_3 + \ldots.$$

» On sait que, dans tous les cas, le système (1) admet trois intégrales entières,

$$(2) \qquad T = \text{const.}, \qquad \Sigma x_i y_i = \text{const.}, \qquad \Sigma x_i^2 = \text{const.};$$

de plus, le multiplicateur de ce système est une constante. L'intégration s'achève donc, si l'on sait trouver une quatrième intégrale R, indépendante de t.

» Afin que celle-ci puisse être algébrique, il est d'abord nécessaire que l'une ou l'une des conditions suivantes soit remplie ;

» (a). Les coefficients A_1, A_2, A_3 étant inégaux, tous les termes de T_2 s'évanouissent et

$$A_2 A_3 (a_1 - a_2) + A_3 A_1 (a_2 - a_3) + A_1 A_2 (a_3 - a_1) = 0.$$

» Ces relations sont aussi suffisantes, car il existe alors une intégrale quadratique; c'est l'un des théorèmes trouvés par Clebsch; seule, la nécessité des conditions n'était pas établie.

» (b). Deux des coefficients de T_3 sont égaux, par exemple $A_2 = A_3$.

» L'intégrale cherchée, lorsqu'elle existe, peut toujours être supposée entière; mais deux hypothèses sont admissibles et je suis obligé de leur consacrer deux discussions séparées.

» 1° Il arrive que les deux identités

$$(3) \qquad a_{2,1}^2 - a_{3,1}^2 - A_1 (a_2 - a_3) = 0, \qquad a_{2,1} a_{3,1} - A_1 b_1 = 0$$

soient vérifiées. L'existence d'une quatrième intégrale R, fonction algébrique des inconnues, exige encore qu'il soit satisfait à ces conditions

$$(4) \qquad a_{2,2} - a_{3,3} = 0, \qquad a_{2,3} + a_{3,2} = 0,$$

et à celles-ci

$$(5) \qquad a_{2,1} A_2 + a_{1,2} A_1 = 0, \qquad a_{3,1} A_3 + a_{1,3} A_1 = 0.$$

» Lorsqu'il en est ainsi, l'intégrale existe effectivement; c'est un polynome entier, indécomposable, dont il est inutile de supposer le degré supérieur à six. Ce cas comprend celui de Clebsch et Halphen, mais il est d'une généralité beaucoup plus grande.

» Le calcul de l'intégrale résulterait en principe d'une théorie très simple; en fait, le nombre des termes, qu'il faut déduire les uns des autres,

est si grand que ce calcul direct est impraticable. Je ne suis pas encore en mesure d'y substituer des procédés plus rapides, permettant de réunir tous les résultats sous une représentation commode.

» 2° Les identités (3) ne sont pas vérifiées; en ce cas, on doit toujours supposer les égalités (4) et de plus la suivante :

$$(6)\qquad \frac{(a_{2,1}A_2 + A_1 a_{1,2})^2 - (a_{3,1}A_2 + A_1 a_{1,3})^2}{a_{2,1}^2 - a_{3,1}^2 - A_1(a_2 - a_3)} = \frac{(a_{2,1}A_2 + A_1 a_{1,2})(a_{3,1}A_2 + A_1 a_{1,3})}{a_{2,1}a_{3,1} - A_1 b_1},$$

$A_1^2\beta^2$ étant la valeur commune des deux membres de la relation précédente, α le rapport $\frac{A_2}{A_1}$, je pose

$$(7)\qquad \alpha + 2\beta = -2N, \qquad \alpha - 2\beta = 2N' - 1.$$

» Cela fait, il est nécessaire, ou bien que N et N' soient des nombres entiers, positifs, différents de zéro, le second plus grand que le premier et, puisque α est positif, β doit être négatif; ou bien que 2β et α soient entiers tous deux, de parité opposée, le dernier compris entre $-\alpha$ et $+\alpha$.

» Cet ensemble de conditions, indispensable pour l'existence d'une quatrième intégrale algébrique, est aussi suffisant.

» La recherche effective de cette intégrale présente d'ordinaire les mêmes difficultés que dans la première hypothèse et, de plus, le degré du polynome qu'il s'agit d'obtenir peut, si N et N' ne sont pas donnés, surpasser un nombre entier quelconque.

» Cependant, il y a des hypothèses particulières qui conduisent à des résultats simples; ainsi, le troisième cas, indiqué par Clebsch et dans lequel l'intégrale qui manquait s'abaisse au second degré, se trouve compris parmi les derniers mentionnés; il faut supposer que β et $\alpha - 1$ s'évanouissent. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la répartition des déformations dans les métaux soumis à des efforts.* Note de M. Georges Charpy. (Extrait.)

« Dans les conclusions de sa Note du 26 octobre 1896, M. Hartmann reconnaît l'existence de deux groupes de déformations visibles à la surface des métaux déformés : les unes, qu'il appelle *régulières* et qu'il a plus particulièrement considérées dans ses publications antérieures; les autres,

réparties d'après la texture microscopique, sur lesquelles j'ai attiré l'attention dans ma Note du 27 juillet 1896, et que M. Hartmann déclare avoir envisagées également.... L'existence de ce second groupe de déformations montre l'importance de l'étude micrographique des métaux au point de vue de la répartition des déformations.

» Les nouvelles conclusions de M. Hartmann soulèvent quelques questions qui me semblent directement accessibles à l'expérience. Ce sont les suivantes :

» 1° Les déformations du premier groupe (ou régulières) sont-elles indépendantes de la texture du métal ? M. Hartmann l'a affirmé ; l'observation attentive de ces lignes m'a toujours montré le contraire : leur régularité géométrique n'est qu'une allure générale ; elles sont, en réalité, formées de sinuosités qui contournent les constituants microscopiques ; elles sont tout à fait comparables, à ce point de vue, aux fractures obtenues par compression dans les roches, dont la forme générale est plane (dans un parallélépipède), mais qui ne traversent pas cependant les minéraux constituants.

» 2° La texture microscopique est-elle déterminée par les déformations préexistantes? C'est l'opinion de M. Hartmann ; et, pour justifier cette conception, il admet que les déformations subies par un métal sont *irréductibles* par le recuit. Je ferai remarquer cependant qu'il disait dans son premier Mémoire : « Notons enfin qu'un métal écroui revient à l'état » naturel quand il est convenablement recuit. » (*Revue d'Artillerie*, p. 391 ; 1896). Il faut tenir compte, en outre, des faits suivants, faciles à vérifier expérimentalement : la texture microscopique, et les déformations du second groupe qui n'en sont que le reflet, sont d'autant plus nettes et de dimensions plus grandes que le métal a été mieux recuit, c'est-à-dire que les déformations préexistantes ont plus de chances d'avoir disparu ; en outre, pour un même métal, recuit, la texture est la même quel que soit le travail subi antérieurement, et, pour des métaux différents soumis à des traitements identiques, on obtient après recuit des structures totalement différentes. La texture des métaux recuits, qui n'est nullement formée, en général, de « polygones accolés plus ou moins régulièrement distribués », a toujours été considérée par tous les micrographes comme l'indice d'un phénomène de cristallisation ; les déformations du second groupe mettent en évidence l'état cristallin du métal et se localisent d'après les lois de la cristallisation.

» 3° Y a-t-il une différence entre les métaux simples et les métaux

composés? Dans ses dernières Notes, M. Hartmann reconnaît l'influence des constituants hétérogènes, dans les métaux composés; il ne donne d'ailleurs qu'un exemple de métal simple, le cuivre. Dans mes essais, j'ai toujours observé des résultats de même nature avec les métaux usuels, bronzes, laitons, aciers, et avec le cuivre rouge; il est vrai que ce dernier métal n'est *simple* ni au point de vue chimique, puisqu'il contient toujours quelques millièmes d'impuretés, dont tout le monde connaît l'influence sur ses propriétés, ni au point de vue physique, puisqu'il est formé de cristaux différemment orientés et accolés suivant différentes faces, facilement mis en évidence par une attaque à l'ammoniaque. Les seuls métaux qui aient une structure à peu près homogène, et qui sont, d'après M. H. Le Chatelier, les mélanges entectiques et les alliages définis, ont des propriétés mécaniques comparables à celles des verres; ils se brisent sans déformations permanentes et ne peuvent servir à des études de ce genre.

» Enfin, je ferai remarquer que les conclusions de mes précédentes Notes ne sont pas seulement applicables à « des corps composés, considérés très près de la limite élastique », puisque je n'ai fait que généraliser et rattacher aux études micrographiques des faits observés avant moi par M. le commandant Pralon, sur des éprouvettes de laiton et de *cuivre rouge* examinées *après rupture*. »

PHYSIQUE. — *Décharges par les rayons de Röntgen; influence de la pression et de la température*. Note de M. **Jean Perrin**, présentée par M. Mascart.

« J'ai montré (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 351) que des rayons de Röntgen traversant un gaz en repos créent en chaque point des quantités égales d'électricités positive et négative, quantités capables de se mouvoir sous l'action d'un champ électrique et, par conséquent, de détruire les charges terminales des tubes de force où elles sont contenues. J'ai montré que la quantité d'électricité neutre ainsi dissociée par les rayons est mesurable, qu'elle varie comme l'inverse du carré de la distance à la source et peut donc être considérée comme proportionnelle en chaque point à l'intensité du rayonnement.

» Je vais résumer aujourd'hui quelques expériences faites en vue de trouver comment les variations de pression et de température influent sur cette dissociation.

» J'ai employé le dispositif que j'ai déjà décrit, faisant passer entre les armatures

d'un condensateur plan, *et sans les toucher*, un pinceau de rayons. Le condensateur est contenu dans une enceinte où l'on peut faire varier la pression. Une des armatures est liée à l'aiguille d'un électromètre, en sorte qu'on peut mesurer la quantité d'électricité qu'elle perd sous l'influence des rayons. J'ai naturellement, et pour toute pression, établi entre les armatures une différence de potentiel assez grande pour qu'un accroissement dans cette différence reste sans influence sur le débit : on se trouve alors dans les conditions où ce débit mesure la quantité d'électricité neutre dissociée entre les armatures.

» J'ai constaté, la température restant fixe et dans un intervalle où les pressions extrêmes sont mesurées par des hauteurs de 7^{cm} et de 116^{cm} de mercure, que la quantité d'électricité débitée dans le condensateur est proportionnelle à la pression (¹). Or, en chaque point, la masse spécifique du gaz est proportionnelle à la pression. Il en résulte que, à température constante et pour un même gaz, *la quantité d'electricité dissociée par unité de masse est indépendante de la pression*.

» Je me suis servi du même appareil pour étudier l'influence des variations de température, à pression constante. Il suffit pour cela de placer dans une étuve la caisse métallique contenant le condensateur.

» Je constatai d'abord, grossièrement, que les variations de température n'influaient pas sur le débit. Ceci me permit d'utiliser une méthode de zéro que j'ai déjà décrite, et qui élimine l'influence des variations d'intensité de la source.

» Cette méthode consiste à placer au delà du premier condensateur, et dans une enceinte à température fixe, un deuxième condensateur plan que les rayons traversent après leur sortie du premier. Les deux condensateurs s'opposent sur un même électromètre, la plaque liée à l'aiguille débitant de l'électricité positive pour l'un des condensateurs et de l'électricité négative pour l'autre. On peut ainsi établir l'équilibre pour une certaine température, puis, faisant varier la température du premier condensateur, voir si l'équilibre subsiste. Cette température a varié dans mes expériences entre -12°

(¹) Dans une Note, parue aux *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 926, MM. Benoît et Hurmuzescu ont dit que la vitesse de décharge est proportionnelle à la racine carrée de la pression. En réalité, ils n'ont pas étudié le même phénomène. Outre l'action que les rayons exercent sur le gaz, ils ont eu affaire à l'action que les rayons exercent sur une surface métallique chargée, *et rencontrée par les rayons*. Action indiscutable, puisque, ainsi que ces physiciens l'ont démontré, la rapidité de la décharge varie avec la nature du métal rencontré. J'ai eu soin de ne faire intervenir cette action dans aucune des expériences que j'ai décrites.

et + 145°, c'est-à-dire, comptant en températures absolues, entre 261° et 418°, sans que j'aie constaté de variation appréciable. Or, en chaque point du condensateur à température variable, la masse spécifique est inversement proportionnelle à la température absolue. Donc, puisque le débit reste fixe, la quantité d'électricité dissociée par unité de masse est nécessairement proportionnelle à la température absolue.

» En résumé, pour un même gaz, pour un même rayonnement et en un même point, *la quantité d'électricité dissociée par unité de masse est indépendante de la pression et proportionnelle à la température absolue.*

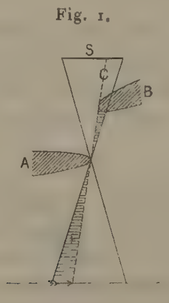
» Il peut n'être pas sans intérêt de se rappeler que, suivant la théorie cinétique des gaz, l'énergie possédée par une molécule est, elle aussi, indépendante de la pression et proportionnelle à la température absolue.

» On énoncerait donc dans cette théorie les lois expérimentales qui précèdent en disant que, pour chaque gaz, le nombre de molécules dissociées est proportionnel au nombre des molécules rencontrées, quel que soit leur écartement, et proportionnel à leur énergie moyenne. »

OPTIQUE. — *Illusions qui accompagnent la formation des pénombres. Applications aux rayons* X. Note de M. G. SAGNAC, présentée par M. Lippmann [1].

« Si, entre un objet opaque A et une *source rayonnante* S, *de diamètre apparent sensible* (*fig.* 1), on introduit progressivement un deuxième objet opaque B, l'ombre de A semble comme attirée vers l'ombre de B.

Fig. 1.



» La raison de cet effet est que l'introduction de B dans le faisceau C

[1] Travail fait au laboratoire de M. Bouty, à la Sorbonne.

qui définit la pénombre du bord de A tourné vers B, supprime l'éclairement d'une étendue croissante F de cette pénombre. On doit donc voir l'ombre de A s'étendre dans la région F vers l'ombre de B. En même temps, la diminution d'étendue F de la pénombre au profit de l'ombre accroît la netteté des contours de la silhouette dans ses parties déformées.

» Quand l'intensité du rayonnement augmente, les pénombres tendent à disparaître à la vue de l'observateur et les apparences deviennent encore plus frappantes. Il en est de même pour les photographies des ombres quand l'intensité de la source ou la durée de pose augmentent. Aussi est-il intéressant de photographier les effets d'ombres produits à l'intérieur d'une chambre noire dont l'objectif est remplacé par un diaphragme convenable qui reçoit de la lumière diffuse.

» Sur le verre dépoli de la chambre noire ou sur les photographies, on peut voir des *déformations* inattendues de l'ombre de l'objet A au voisinage de l'ombre de l'objet antérieur B.

» L'ombre d'une tige A, en pénétrant *obliquement* dans la pénombre de B, apparaît *déviée* comme par une sorte de réfraction. Si B est un système de fentes ou de tiges, l'ombre de A peut avoir l'apparence d'une *torsade*.

» Si A est aussi un système de fentes ou de tiges, l'ombre de A est un système de torsades, etc.

» Soit le cas où B est vu de A sous un angle inférieur au diamètre apparent de la source S. Pour les parties de A situées assez près du milieu de la pénombre de B, la source S peut se trouver limitée par B à deux régions séparées donnant *deux ombres distinctes de* A.

» On voit maintenant les origines des apparences suivantes, dont on établirait aisément une théorie détaillée :

» Dans la pénombre d'un anneau, l'ombre d'une tige pénètre en s'incurvant, ou en se dédoublant en deux ombres séparées. A l'intérieur de l'anneau, l'ombre d'une tige ne prolonge pas l'ombre extérieure, la tige centrale exceptée.

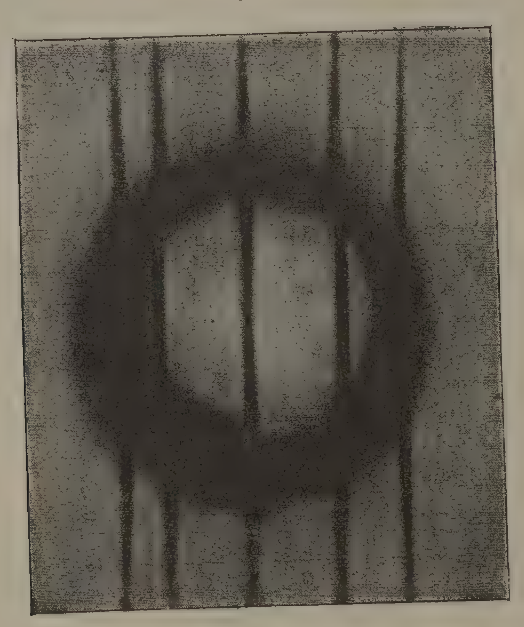
» Ces apparences peuvent s'observer sur la *fig.* 2, reproduction d'une *photographie faite à la lumière du jour*. M. Mauritius [1] a obtenu des effets du même genre *avec un tube de Crookes* en forme de poire, peu ou point diaphragmé, et les a regardés comme liés à de nouvelles propriétés des rayons X.

---

[1] MAURITIUS, *Wiedemann's Annalen*, septembre 1896, p. 346.

» Soit un disque opaque B (*fig.* 3), dont la pénombre reçoit de la source S des rayons tels que SA. *Tous* ces rayons, si S est plus étroite que B, et la plupart de ces rayons, si S n'est pas beaucoup plus large

Fig. 2.



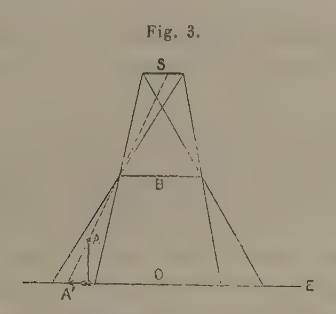
que B, ont sur l'écran E des projections dirigées du centre O de l'ombre du disque vers les bords. Une tige opaque A, normale à l'écran ou à la plaque photographique E donnera donc une ombre A' dirigée suivant OA' comme si A était éclairé par une source placée entre l'écran E et le disque B. Si, à la surface éclairante S est associé un centre d'émission relativement intense, l'ombre nette de B que donnerait ce centre est éclairée intérieurement par S dans une zone où l'intensité décroît des bords au centre et qui jouit de la propriété signalée. On peut expliquer ainsi les apparences des photographies obtenues avec les rayons X par MM. E. Villari (¹) et Abel Buguet (²).

(¹) E. Villari, *Comptes rendus* du 31 août 1896, p. 420.

(²) Abel Buguet, *Comptes rendus* du 2 novembre 1896, p. 689.

» Observons, dans la pénombre d'un bord rectiligne parallèle à une fente éclairante, la limite qui sépare la pénombre d'éclairement continûment croissant de la région uniformément éclairée par la pleine lumière. L'impression rétinienne ou photographique y présente dans une bande étroite des variations qui, si le bord rectiligne est remplacé par une

Fig. 3.



seconde fente, produisent, par exemple, deux maxima séparés par un minimum de l'intensité apparente. MM. L. Calmette et G.-T. Thuillier [1] et M. Fomm [2] qui ont obtenu des apparences de ce genre avec un tube de Crookes, les ont regardées comme des franges de diffraction des rayons X et en ont déduit, pour ces rayons, des longueurs d'onde d'ailleurs extrêmement différentes.

» *D'une manière générale*, on ne saurait tirer aucune conclusion des particularités que peuvent présenter des ombres, sans tenir compte à la fois :

» 1° De l'étendue, de la forme de la source S et de l'éclat relatif de ses différents points;

» 2° Des formes et des positions des corps opaques B, placés entre S et A aussi bien que du corps A lui-même;

» 3° Des propriétés photométriques de la rétine ou de la plaque photographique.

» Il est nécessaire, en particulier, de comparer avec soin les ombres de Röntgen avec les ombres produites par une source lumineuse comparable pour son étendue, sa forme et l'éclat de ses différents points à la source souvent complexe des rayons X.

([1]) L. Calmette et G.-T. Thuillier, *Comptes rendus* du 20 avril 1896, p. 877.

([2]) L. Fomm, *Wiedemann's Annalen*, septembre 1896, p. 350.

» Jusqu'à présent, le seul résultat net d'une telle comparaison est que la diffraction ne s'est jamais manifestée pour les rayons X, dont la propagation rectiligne s'est montrée de plus en plus parfaite à mesure qu'a augmenté la précision des expériences ([1]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de quelques composés hydrogénés sur le chlorure de thionyle.* Note de M. **A. Besson**, présentée par M. Troost.

« J'ai décrit précédemment (*Comptes rendus*, 10 février 1896) la préparation du chlorobromure et du bromure de thionyle, $SOClBr$ et $SOBr^2$, par réaction du gaz bromhydrique sec sur le chlorure de thionyle à l'ébullition.

» On peut remplacer dans cette réaction le gaz bromhydrique, comme agent bromurant, par le bromure d'aluminium; celui-ci semble se dissoudre dans $SOCl^2$ avec grand dégagement de chaleur, si bien qu'il est nécessaire de refroidir, surtout au début de la réaction, et de faire l'addition de Al^2Br^6 par petites portions. Si on laisse ensuite refroidir, le liquide laisse déposer des cristaux, formés de combinaisons de Al^2Cl^6 (produit par double décomposition) et Al^2Br^6 avec $SOCl^2$ excédant et ses dérivés bromés, combinaisons analogues à celles obtenues avec Al^2Cl^6 et $SOCl^2$ par M. G. Perrier. On distille au bain-marie dans le vide et recueille tout ce qui passe au bain d'eau bouillante (à température plus élevée on ne recueille presque exclusivement que du bromure de soufre); le chlorure d'aluminium reste dans le récipient. Le produit distillé, fractionné sous pression réduite, fournira les dérivés bromés cherchés avec un résidu de bromure de soufre. Les rendements fournis par cette préparation sont beaucoup moindres que ceux qui correspondent à l'emploi de HBr et ne peuvent devenir avantageux qu'en évitant toute élévation de température pendant la préparation.

([1]) Rappelons les résultats acquis à ce sujet :

1° M. J. Perrin a montré que les longueurs d'onde possibles des rayons X, doivent être notablement inférieures à la longueur d'onde de la lumière verte (*Comptes rendus* du 27 janvier 1896, p. 186).

2° Nous avons ensuite établi que ces longueurs d'onde possibles sont inférieures à la dixième partie, au plus, de la longueur d'onde du vert (*Comptes rendus* du 31 mars 1896, p. 783).

3° Enfin, après l'invention des tubes focus, M. Gouy a établi que *les rayons* X *ne peuvent avoir que des longueurs d'onde de beaucoup inférieures à la centième partie de la longueur d'onde du vert* (*Comptes rendus* du 6 juillet 1896, p. 43).

» J'ai dit, dans une précédente Communication, que ni le chlorobromure, ni le bromure de thionyle ne se solidifiaient dans un bain de chlorure de méthyle bouillant à la pression ordinaire. J'ai repris ces essais avec le bromure $SOBr^2$: celui-ci ne se solidifie pas au sein d'un bain de chlorure de méthyle, dont la vaporisation est activée par un rapide courant d'air, malgré agitation destinée à vaincre la surfusion, le thermomètre plongé dans le liquide à solidifier accusant —52°; cependant, dans un mélange d'acide carbonique solide et d'éther, la solidification est immédiate et, pendant tout le temps de la solidification et de la fusion, le thermomètre accuse —50°.

» L'acide iodhydrique sec réagit énergiquement sur le chlorure de thionyle plongé dans un mélange réfrigérant de glace et de sel; il y a mise en liberté d'iode et dégagement d'HCl et SO^2, sans que rien permette de présumer la mise en liberté préalable du thionyle SO et le magma d'iode formé laisse à la sublimation un résidu de soufre. La réaction peut se formuler de la façon suivante :

$$2SOCl^2 + 4HI = 4HCl + 4I + SO^2 + S.$$

» Cette façon de se comporter de l'acide iodhydrique permet d'expliquer pourquoi, si l'on décompose par l'eau du chlorure de thionyle renfermant de l'iode en dissolution, il y a mise en liberté de soufre, tandis que la même opération, faite avec du chlorure souillé de brome, donne une liqueur limpide. Dans l'un et l'autre cas, il y a formation d'hydracide par suite des réactions successives

$$SOCl^2 + H^2O = 2HCl + SO^2 \quad \begin{cases} SO^2 + 2H^2O + 2I = SO^4H^2 + 2HI, \\ SO^2 + 2H^2O + 2Br = SO^4H^2 + 2HBr; \end{cases}$$

mais, dans le premier cas, HI réagit à froid comme nous venons de le voir sur $SOCl^2$ en excès, avec mise en liberté de soufre, tandis que HBr ne réagirait sur $SOCl^2$ qu'à chaud.

» L'hydrogène sulfuré sec réagit déjà lentement sur $SOCl^2$ à la température d'un mélange réfrigérant de glace et de sel : le liquide jaunit peu à peu et laisse déposer du soufre en même temps qu'il se dégage SO^2 et HCl, d'où l'équation : $2SOCl^2 + 2H^2S = 4HCl + SO^2 + 3S$. On constate, de plus, la formation déjà à froid d'une petite quantité de chlorure de soufre, en vertu de la réaction : $2SOCl^2 + H^2S = S^2Cl^2 + SO^2 + 2HCl$. Si la température s'élève, c'est cette dernière réaction qui deviendra dominante.

» Le phosphure gazeux d'hydrogène réagit à la température ordinaire sur $SOCl^2$ avec dégagement d'acide chlorhydrique; en même temps on

constate au voisinage du point d'arrivée du gaz la formation d'un léger enduit jaune rougeâtre, semblable à celui qui se forme en bien plus grande abondance dans la réaction correspondante du chlorure de sulfuryle et que j'ai démontré être un mélange de phosphore et de sulfure P^4S^3.

» Quant au liquide, si l'on prolonge suffisamment l'expérience, il se divise en deux couches :

» La couche supérieure limpide laisse passer à la distillation sous pression réduite d'abord l'excès de chlorure de thionyle, puis du chlorure de phosphoryle $POCl^3$ et enfin du chlorure de thiophosphoryle $PSCl^3$, et, lorsque la distillation cesse à 100° dans le vide, il reste un liquide sirupeux légèrement opalin contenant du chlore, du soufre, du phosphore et de l'oxygène, mais auquel l'analyse centésimale ne permet pas d'assigner une composition définie; il se décompose sous l'action de la chaleur en donnant des produits complexes sur lesquels je ne puis pas insister ici.

» La couche inférieure, opaline, a l'aspect et la consistance du miel, et l'analyse y montre la présence du chlore, du soufre, du phosphore, de l'oxygène et de l'hydrogène, mais en proportions incompatibles avec l'hypothèse d'un produit défini; ce corps ne cristallise pas sous l'action du froid et se détruit sous l'action de la chaleur [2]. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le chromite neutre de magnésium cristallisé.* Note de **Em. Dufau**, présentée par M. H. Moissan.

« Les faits déjà connus et ceux que nous avons eu l'occasion de signaler, sur les chromites obtenus par voie sèche, permettent de classer ces composés parmi les sels subissant, par l'action d'une température progressivement croissante, des modifications graduelles dans la capacité de saturation de leur acide.

» M. Viard a montré que, par calcination du chromate de magnésium, on obtient au rouge naissant le chromite $2MgO\,Cr^2O^3$; au rouge sombre le produit déjà moins basique répond à la formule $3MgO\,2Cr^2O^3$; ces modifications se poursuivant graduellement à mesure que la température s'élève, le produit tend de plus en plus vers le chromite neutre

$$Cr^2O^3MgO\ ([1]).$$

[1] Travail effectué au laboratoire de Chimie de l'Université de Caen.

[2] Viard, *Bull. Soc. Chim.* (3), 5, p. 934; 1891.

C'est cette forme de combinaison qu'ont obtenue au rouge : Schweitzer [1] par calcination du chromate double de magnésium et de potassium et Gerber [2] en calcinant du bichromate de potassium avec du chlorure de magnésium; ces produits sont amorphes. Ebelmen [3] a réussi à faire cristalliser ce chromite par dissolution des deux oxydes dans l'acide borique lentement volatilisé à la chaleur blanche.

» Il nous a paru intéressant de voir comment se comportait le sesquioxyde de chrome avec la magnésie à des températures encore plus élevées, en utilisant l'arc électrique comme agent calorifique.

» Ces expériences ont été faites dans le four électrique de M. Moissan : un mélange intime des deux oxydes, dans la proportion de 150^{gr} de sesquioxyde de chrome et de 40^{gr} de magnésie, était introduit directement dans la cavité préalablement garnie d'une couche de magnésie d'environ 2^{cm} d'épaisseur, afin d'isoler le mélange de la chaux du four.

» Après avoir chauffé pendant dix minutes avec un arc de 50 volts et 300 ampères, on a trouvé dans le four une masse cristalline d'un vert brun, en partie fondue, lentement attaquable par l'acide chlorhydrique concentré avec dégagement de chlore à chaud. Pour isoler les cristaux, il est préférable d'employer l'acide azotique que l'on fait agir à l'ébullition sur la masse grossièrement concassée; on continue ces traitements jusqu'à ce que l'acide ne dissolve plus rien. Comme dans les expériences précédemment décrites sur les chromites alcalino-terreux, le produit est souillé d'oxyde chromique cristallisé en lamelles que l'on parvient assez facilement à séparer par lévigations.

» Il reste alors une poudre cristalline, d'un vert foncé presque noir, dont l'examen microscopique montre les cristaux transparents, d'un vert clair, présentant des pointements octaédriques, sans action sur la lumière polarisée. La densité de ce composé est de 4,6 à 20°, sa dureté, supérieure à celle du quartz, sa poudre vert clair.

» Dans une seconde expérience, on a utilisé un arc plus puissant : 50 volts et 1000 ampères; dans ces conditions, on a obtenu une masse brune, entièrement fondue, très dure, à cassure cristalline et très difficilement attaquable par les acides; les cristaux, péniblement séparés de cette masse, étaient cristallisés en octaèdres et présentaient les autres caractères du produit précédemment obtenu.

» Pour en déterminer la composition, ce chromite, finement pulvérisé, a été attaqué par le mélange de nitrate et de carbonate de potassium en fusion; la magnésie ainsi séparée, redissoute dans l'acide chlorhydrique étendu, est précipitée sous forme de phosphate ammoniaco-magnésien, tandis que le chrome, passé à l'état de chromate de potassium, est précipité en liqueur acétique par l'azotate mercureux.

---

(1) Schweitzer, *J. prakt. Chem.*, 39, p. 259; 1846.
(2) Gerber, *Bull. Soc. Chim.* (2), p. 437; 1877.
(3) Ebelmen, *Comptes rendus*, t. XXV, p. 663; 1847.

» L'analyse attribue à ce composé la formule du chromite neutre, ainsi qu'il résulte des chiffres suivants :

	I.	II.	III.	Calculé pour Cr^2O^4Mg.
MgO	21,04	21,33	20,78	20,95
Cr^2O^3	78,90	78,28	79,00	79,05

» Le chromite neutre de magnésium présente des propriétés qui le distinguent des chromites alcalino-terreux obtenus dans les mêmes conditions : il est moins résistant à l'action des acides; c'est ainsi qu'il se laisse assez facilement attaquer par l'acide sulfurique; les acides chlorhydrique et fluorhydrique ordinaires agissent très lentement; il résiste à l'acide azotique bouillant. Le chlore, le brome et l'iode n'ont pas d'action marquée; il en est de même du soufre. Ce qui caractérise surtout ce chromite, c'est sa résistance à l'oxydation qu'il est assez difficile de provoquer, même dans l'oxygène au rouge où elle ne se produit que très lentement; rappelons, cependant, que la masse retirée du four renferme une certaine quantité de chromate de magnésium. Les oxydants, comme le chlorate ou le nitrate de potassium en fusion, n'agissent que très lentement.

» En résumé, aux températures élevées produites par l'arc électrique, le sesquioxyde de chrome se combine avec la magnésie, directement, sans intermédiaire, pour donner le chromite neutre Cr^2O^4Mg cristallisé en octaèdres; quelle que soit l'intensité de l'arc employé, on n'obtient rien de comparable à ce qui se passe pour le calcium $Cr^2O^3.4CaO$ (1) ou le baryum $4Cr^2O^3BaO$ (2), et c'est toujours la forme neutre qui prend naissance (3). »

THERMOCHIMIE. — *Sels d'hexaméthylène-amine.* Note de M. **Marcel Delépine**.

« Il m'a semblé qu'il pouvait y avoir quelque intérêt à préciser par les méthodes calorimétriques l'intensité de la fonction basique de l'hexaméthylène-amine. J'ai étudié à cet effet la chaleur de saturation de cette base par HCl, SO^4H^2, AzO^3H, $C^2H^4O^2$ et la chaleur de dissolution du chlorhydrate, des trois sulfates et des deux nitrates connus :

» *Chaleur de saturation.* — On a opéré suivant les méthodes habituelles avec

(1) H. Moissan, *Annales de Chimie et de Physique*, t. IV, 7e série, p. 142; 1895.
(2) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1125; 1896.
(3) Travail fait au laboratoire des Hautes Études de M. Moissan.

1 molécule = 1^lit de base et l'acide de la même concentration. Les résultats sont les suivants, lorsqu'on ajoute successivement à $C^6H^{12}Az^4$:

	Cal		Cal
$\frac{1}{2}$HCl..........	1,13	$\frac{1}{2}AzO^3H$.........	1,15
HCl...........	2,13	AzO^3H..........	2,19
2HCl..........	2,32	$2AzO^3H$.........	2,37
$\frac{1}{4}SO^4H^2$........	2,11	$\frac{1}{2}C^2H^4O^2$.........	0,53
$\frac{1}{2}SO^4H^2$........	4,10	$C^2H^4O^2$..........	0,81
SO^4H^2.........	3,51	$2C^2H^4O^2$.........	1,06

» Ce Tableau montre que l'addition du deuxième $\frac{1}{2}$ équivalent d'acide nécessaire pour former le sel à 1 équivalent d'acide dégage moins de chaleur que le premier. On en conclut, inversement, que l'addition de 1 équivalent de base à 1 équivalent du sel neutre, dans l'état dissous, dégagerait pour

	Cal
Le chlorhydrate	$2 \times 1,13 - 2,13 = 0,13$
Le nitrate..........................	$2 \times 1,15 - 2,19 = 0,11$
Le sulfate..........................	$2 \times 2,11 - 4,10 = 0,12$
L'acétate...........................	$2 \times 0,53 - 0,81 = 0,25$

» D'un autre côté, l'addition du deuxième équivalent d'acide pour la formation du sel biacide dégagerait pour

	Cal
Le chlorhydrate....................................	0,19
Le nitrate	0,18
L'acétate	0,25
Le sulfate	0,59

» Cet ensemble permet de conclure à l'existence d'un sel neutre dissous, légèrement dissocié; l'addition d'un excès de base, ou, ce qui a été l'expérience réelle, la saturation de la base par une quantité insuffisante d'acide, montre un léger excès thermique; de même, l'addition d'une nouvelle molécule d'acide produit le même effet, mais plus intense, ce qui répond, soit à la dissociation du sel neutre, diminuée par la présence d'un excès d'acide, soit à la formation d'un sel acide, lequel pourrait d'ailleurs répondre à une seconde fonction basique plus faible que la première.

» Pour l'acétate, les deux effets sont égaux, et leur plus grande valeur indique une plus grande dissociation; je n'ai pas pu préparer d'acétate neutre, conformément d'ailleurs à ce qui arrive avec les alcalis faibles, tels que l'aniline.

» Le sulfate présente, comme les sulfates acides minéraux, l'abaissement thermique habituel. Mais cet abaissement est moindre, ce qui concorde avec les idées ci-dessus.

» Dans ces expériences, on ne peut pas pousser plus loin l'addition d'acide, car déjà le deuxième équivalent décompose légèrement la base avec formation de sel ammoniacal et régénération d'aldéhyde formique, comme l'indique le réactif de Nessler.

» Il est inutile d'ajouter que l'addition d'un alcali fort, potasse ou soude, dans les sels ci-dessus, restitue intégralement la différence des chaleurs de saturation des bases.

» *Chaleurs de formation à l'état solide.* — J'ai trouvé, pour les chaleurs de dissolution des corps cristallisés :

		Cal
$C^6H^{12}Az^4$, crist.	$\frac{1}{3}$(4,80 + 4,76 + 4,84)...........	+ 4,80
$C^6H^{12}Az^4, HCl$	$-\frac{1}{2}$(3,89 + 3,98)..................	− 3,94
$C^6H^{12}Az^4, AzO^3H$	$-\frac{1}{2}$(5,55 + 5,45)..................	− 5,50
$C^6H^{12}Az^4, 2AzO^3H$	$-\frac{1}{2}$(14,26 + 14,37)..................	− 14,26
$C^6H^{12}Az^4, \frac{1}{2}SO^4H^2$	$+\frac{1}{2}$(0,90 + 0,92)..................	+ 0,91
$C^6H^{12}Az^4, SO^4H^2$	$-\frac{1}{2}$(1,50 + 1,70)..................	− 1,60
$C^6H^{12}Az^4, SO^4H^2 + H^2O$	$-\frac{1}{2}$(4,64 + 4,78)..................	− 4,71

» En combinant ces données avec les précédentes, et sachant que

	Cal
AzO^3H sol. + Eau = AzO^3H diss..............................	+ 6,6
SO^4H^2 sol. + Eau = SO^4H^2 diss..............................	+ 16,2
HCl gaz + Eau = HCl diss..............................	17,3

on a pour chaleur de formation des sels solides :

		Cal
$C^6H^{12}Az^4$ sol. + AzO^3H sol.	= $C^6H^{12}Az^4, AzO^3H$ sol....	+ 19,09
» + $2AzO^3H$ sol.	= $C^6H^{12}Az^4, 2AzO^3$ sol.....	+ 34,63
» + $\frac{1}{2}SO^4H^2$ sol.	= $C^6H^{12}Az^4, \frac{1}{2}SO^4H^2$......	+ 16,09
» + SO^4H^2 sol.	= $C^6H^{12}Az^4, SO^4H^2$......	+ 26,11
$C^6H^{12}Az^4, SO^4H^2$ sol. + H^2O liquide	= $C^6H^{12}Az^4, SO^4H^2, H^2O$...	+ 3,11
$C^6H^{12}Az^4$ sol. + HCl gaz	= $C^6H^{12}Az^4, HCl$ sol.......	+ 28,17

» On obtiendrait les chaleurs de formation à partir de SO^4H^2 liq. ou de AzO^3H liq. en modifiant les chiffres ci-dessus, en raison de la chaleur de fusion desdits acides.

» On voit, par ces chiffres, combien nettement est indiquée l'existence d'une deuxième fonction basique intervenant dans la formation des sels rapportés à l'état solide. Nous voyons l'addition du deuxième équivalent d'acide azotique solide dégager $15^{Cal},5$, celle du deuxième équivalent d'acide sulfurique solide 10^{Cal}, c'est-à-dire plus que pour la formation du bisulfate de potasse, à partir du sulfate neutre solide et de l'acide solide. A noter aussi que la chaleur de formation de l'azotate dépasse plus celle du

sulfate que dans les sels similaires de soude ou de potasse, où cette différence n'atteint que $1^{Cal},8$ au lieu de 3^{Cal} et $2 \times 4,26$ trouvés ci-dessus.

» Cet ensemble montre que l'hexaméthylène-amine est une base faible, puisque la chaleur de saturation est de $11^{Cal},6$ environ, plus petite que celle des sels de potasse correspondants. Le chlorhydrate, l'azotate et le sulfate présentent en solution le même état de stabilité ou très voisin, la différence des chaleurs de saturation étant sensiblement la même qu'entre celles des sels alcalins correspondants :

Acide sulfurique.....................	$15,8 - 4,10 = 11^{Cal},70$
HCl............................	$13,7 - 2,13 = 11,57$
Acide azotique....................	$13,7 - 2,19 = 11,51$

Pour l'acétate, la différence est beaucoup plus grande :

$$13,3 - 0,8 = 12^{Cal},5$$

ce qui est conforme à ce que M. Berthelot nous avait déjà fait connaître sur l'état des sels dissous, dissociés inégalement, le plus dissocié étant celui qui possède une chaleur de saturation plus faible et des chaleurs de saturation surnuméraires plus fortes. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Du rôle de l'acide borique dans les verres et émaux.* Note de M. L. Grenet, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« On a reconnu depuis longtemps, par les simples tâtonnements de la pratique industrielle, les avantages que présente l'introduction d'acide borique dans les verres qui constituent les couvertes céramiques et les émaux pour métaux. Leur dureté et leur fusibilité sont augmentées; leur dilatation est modifiée.

» Les deux premiers résultats s'expliquent sans peine par les qualités propres de l'acide borique, mais celui qui se rapporte à la dilatation peut sembler paradoxal, car l'acide borique sert tantôt à abaisser le coefficient de dilatation, dans la couverte pour faïence par exemple, tantôt à l'élever, dans l'émail pour fonte entre autres.

» Au cours de recherches expérimentales sur les verres, qui m'ont été confiées par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale et que j'ai exécutées au laboratoire de l'École des Mines avec mon camarade et ami, M. Chatenet, j'ai observé quelques faits de nature à expliquer ce rôle contradictoire de l'acide borique.

» Quand, dans un verre, on fait varier d'une façon continue la proportion d'acide borique, la dilatation commence par décroître et croît ensuite, pour tendre à se rapprocher de celle de l'acide borique pur qui est très élevée et supérieure à celle de tous les verres.

» Avant de donner les résultats des mesures faites, je rappellerai que les variations de proportion de l'acide borique dans un verre ne peuvent pas être illimitées : elles sont plus ou moins grandes suivant la nature des différents oxydes métalliques et la proportion de silice qui entre déjà dans le verre.

» Un excès de base amène la dévitrification, c'est-à-dire la cristallisation de borates et de silicates définis; la quantité de base qui provoque la dévitrification dépend de la rapidité du refroidissement.

» Un excès d'acide borique amène la séparation du verre dans le bain en deux couches dont la supérieure est de l'acide borique à peu près pur et l'inférieure le verre limite saturé d'acide borique.

Le Tableau suivant donne ces limites pour différents verres :

	Séparation d'acide borique pour une quantité de BoO^3 supérieure à :	Dévitrification pour une quantité de BoO^3 inférieure à :	
		Refroidissement lent.	Refroidissement rapide.
Acide borique et soude..........	BoO^3	$NaO\,2BoO^3$	$NaO\,2BoO^3$
» lithine..........	BoO^3	$LiO\,5BoO^3$	$LiO\,3BoO^3$
» chaux..........	$CaO\,3BoO^3$	Tous	$BoO^3\,1,5CaO$
» magnésie........	$4MgO\,3BoO^3$	Tous	Tous
» oxyde de plomb.	$PbO\,3BoO^3$	$PbO\,BoO^3$	$3PbO\,BoO^3$
» oxyde de zinc....	$BoO^3\,1,5ZnO$	Tous	$BoO^3\,1,5ZnO$

» Les Tableaux suivants résument les résultats des mesures de dilatation.

» Tous les coefficients doivent être multipliés par 10^{-8}.

Borates de soude.

$NaO\,2BoO^3$	953×10^{-8}
$NaO\,2,5BoO^3$	704
$NaO\,5,13BoO^3$	817
$NaO\,10,18BoO^3$	933
$NaO\,16,83BoO^3$	1019
BoO^3	1414

Borates de lithine.

$LiO\,3BoO^3$	678×10^{-8}
$LiO\,4BoO^3$	590
$LiO\,5BoO^3$	646
$LiO\,10BoO^3$	900
BoO^3	1414

Borate de zinc.

$1,5\,ZnO\,BoO^3$	374

Borates de plomb.

$3PbO\,BoO^3$	1270
$PbO\,BoO^3$	974
$PbO\,2BoO^3$	669
$PbO\,2,5BoO^3$	609
$PbO\,3BoO^3$	669
BoO^3	1414

Verre blanc et acide borique.

Verre blanc	847
Verre 70,7 ; BoO^3 29,3	685
Verre 57,2 ; BoO^3 42,8	570
Verre 38,59 ; BoO^3 61,41	596
Verre 30,8 ; BoO^3 69,2	653
BoO^3	1414

Verre à bouteilles et acide borique.

Verre à bouteilles	659
Verre à bouteilles 85 ; Acide borique 15	631
Verre à bouteilles 75 ; Acide borique 25 (dévitrifié)	600
Verre à bouteilles 70 ; Acide borique 30 (dévitrifié)	629
Verre à bouteilles 50 ; Acide borique 50 (dévitrifié)	858
BoO^3	1414

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Du caillot non rétractile : suppression de la formation du sérum sanguin dans quelques états pathologiques.* Note de M. G. **Hayem**, présentée par M. Bouchard.

« A l'état normal, le caillot sanguin, formé plus ou moins rapidement après l'issue du sang hors des vaisseaux, se rétracte pour abandonner une certaine quantité de sérum qui l'imbibe. La quantité de sérum devenu libre est généralement en proportion inverse de la masse globulaire.

» La propriété de fournir du sérum disparaît dans quelques états pathologiques. Le but de cette Note est d'attirer l'attention sur ce fait que j'ai déjà signalé dans un Travail antérieur [*Leçon clinique sur le* purpura, (*Presse médicale*, 1895)].

» Voici comment se comporte le sang altéré :

» Recueilli dans une petite éprouvette, par piqûre du bout du doigt, il ne tarde pas à se prendre en masse; sa coagulabilité n'est généralement pas sensiblement modifiée. Abandonné à lui-même, le caillot ne subit aucun retrait; il reste adhérent aux parois du vase et ne laisse sourdre aucune sérosité. C'est à peine si sa surface libre se creuse légèrement en godet et s'humidifie. Cet état persiste jusqu'à complète putréfaction du coagulum.

» Parfois, quand le phénomène n'est pas aussi parfait, le caillot se rétracte très légèrement et, pour 2^{cc} environ de sang, on obtient, au bout de vingt-quatre heures, une ou deux gouttes seulement de sérum.

» Cette anomalie ne tient évidemment pas à une diminution de la partie aqueuse du sang. Le caillot reste imbibé de liquide à la façon d'une éponge humide, non exprimée. C'est le défaut de contraction, de retrait du caillot qui tient sous sa dépendance la suppression de la formation du sérum. L'absence de rétractibilité de la fibrine constitue donc le phénomène essentiel, caractéristique de l'altération.

» Les états pathologiques dans lesquels j'ai observé cette suppression de la rétraction du caillot sont le *purpura hemorragica,* l'anémie pernicieuse progressive protopathique, certains états cachectiques très avancés dans leur évolution, la cachexie paludéenne, certains états infectieux.

» Dans le *purpura,* l'anémie pernicieuse progressive protopathique, les cachexies parvenues à leur terme ultime, la suppression de la production du sérum coïncide avec une diminution considérable dans le nombre des hématoblastes.

» On ne peut pas affirmer d'une manière absolue que cette modification dans la constitution anatomique du sang soit seule en cause dans ces divers cas pathologiques; mais il est certain que la pauvreté du sang en hématoblastes suffit pour que ce liquide perde la propriété, après s'être coagulé, de fournir du sérum. J'ai établi ce fait, il y a plusieurs années, à l'aide d'une expérience très simple que je vais rappeler :

» Lorsqu'après avoir détaché, chez le cheval, la jugulaire externe, pleine de sang, on suspend cette veine verticalement, au bout de quelques heures la couche des globules rouges et blancs est surmontée d'une couche plasmatique claire, tenant en suspension un assez grand nombre d'hématoblastes. Après avoir placé une ligature au-dessus du dépôt globulaire, on peut opérer sur le plasma ainsi séparé.

» On recueille alors dans un verre à expériences une certaine quantité de plasma filtré à 0° et, dans un autre, une portion du même plasma non filtré, et l'on suit la marche des phénomènes qui se produisent dans un milieu dont la température est de 17°. Le plasma non filtré se coagule le premier. Les deux caillots, une fois formés, sont absolument semblables; ils ressemblent l'un et l'autre à une masse gélatineuse adhérente aux parois du verre. Mais, tandis que le caillot du plasma non filtré se rétracte assez rapidement en abandonnant une quantité relativement considérable de sérum, le caillot du plasma filtré ne subit aucune modification sensible. [*Nouvelles recherches sur la coagulation du sang* (*Union médicale*, 1882) et *Du sang*, p. 313 et suiv.]

» Ajoutons encore que les caillots des liquides dépourvus d'hématoblastes (lymphe, sérosités pathologiques) ne sont pas sensiblement rétractiles.

» Dans les états infectieux, tels que la pneumonie, où l'absence de rétraction du caillot peut également s'observer, le phénomène doit avoir une autre origine, car les hématoblastes sont alors en nombre normal ou même exagéré. On peut supposer que, dans ces circonstances, le sang est adultéré par la présence de substances chimiques pouvant exercer une certaine influence sur les qualités de la fibrine. Ce n'est là qu'une hypothèse, mais cette hypothèse pourra peut-être être soumise au contrôle de l'expérimentation.

» Dans le *purpura hemorragica*, la diminution dans le nombre des hématoblastes ne me paraît pas être la conséquence d'un arrêt dans la formation de ces éléments. Mes observations m'ont conduit à admettre, dans cette affection, la pénétration dans le sang d'une substance altérant les hématoblastes et les précipitant. Ce sont les hématoblastes altérés qui, réunis en amas, seraient la cause des hémorragies et mieux des *infarctus* hémorragiques.

» Dans l'anémie pernicieuse protopathique, dont la nature est encore inconnue, l'existence d'une toxhémie est également probable. La substance toxique ne précipiterait pas les hématoblastes comme dans le *purpura;* elle aurait plutôt la propriété de détruire les éléments du sang ou de s'opposer à leur formation.

» Le fait de la disparition de la rétraction du caillot sanguin se rattache donc à des questions de Chimie biologique encore obscures. Il peut néanmoins, dès à présent, être utilisé en clinique.

» On peut s'en servir pour distinguer la forme protopathique de l'anémie pernicieuse des états d'anémie extrême confondus souvent avec cette maladie. Il comporte alors un pronostic grave. Il en est de même dans les états cachectiques où il n'apparaît qu'en cas d'arrêt presque absolu dans la formation du sang, c'est-à-dire peu de temps avant la terminaison fatale.

» Dans le *purpura*, je l'ai constaté aussi bien dans des cas légers que dans des cas graves, mais il permettra peut-être de distinguer plusieurs formes de cette affection.

» Enfin, en ce qui concerne les maladies infectieuses, mes observations sont encore trop peu nombreuses pour me permettre d'assigner une signification précise au caillot non rétractile. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherche du caramel dans les vins. Confusion possible avec les couleurs dérivées de la houille*. Note de M. **A.-J. da Cruz Magalhaês** [1], présentée par M. Arm. Gautier.

« Le caramel est fréquemment employé, au moins en Portugal, pour donner aux vins blancs liquoreux un vieillissement factice. Il existe des méthodes pour la recherche et même l'analyse quantitative du caramel dans les vins, mais on ne trouve pas dans la littérature d'indication sur la confusion possible entre les couleurs de la houille et celles du caramel. Or cette confusion peut se faire, et donner lieu à des erreurs graves.

» Au cours de quelques recherches sur la matière colorante des vins portugais, j'ai été conduit à essayer sur un vin liquoreux de Porto, que je reconnus plus tard être fortement caramelé, les réactions données, en général, pour la recherche des couleurs de la houille. Voici les résultats :

» 1. J'ai fait bouillir 100^{cc} de vin, pendant dix minutes, avec 10^{cc} d'une solution à

---

(1) Travail du laboratoire de Chimie agricole de Porto (Portugal).

10 pour 100 de sulfate de potassium et un morceau de laine mordancée. La laine se teignait et conservait sa couleur jaune orange, après des lavages à grande eau et à l'ammoniaque.

» 2. 20^{cc} de vin ont été additionnés de 10^{cc} de sous-acétate de plomb et filtrés après agitation. Le filtratum passait avec une couleur nette jaune orange et cédait sa couleur à l'alcool amylique, quand on l'agitait avec celui-ci.

» 3. 100^{cc} de vin sursaturés d'ammoniaque et agités avec de l'alcool amylique passent à ce dissolvant leur couleur jaune orange.

» 4. 10^{cc} de vin furent agités (à froid et à chaud) avec $0^{gr},2$ d'oxyde jaune de mercure, pendant une minute, et filtrés après repos. Le liquide filtré était coloré en jaune orange dans les deux cas.

» On pourrait donc conclure que le vin en question était coloré avec un ou plusieurs dérivés de la houille, couleur jaune orange.

» J'ai répété les mêmes essais avec un vin de même type, mais récolté par moi, auquel j'ai ajouté du caramel pur fait avec du sucre ordinaire. Les résultats *ont été absolument les mêmes.*

» En opérant avec ce même vin, *sans addition de caramel*, on n'obtient rien de semblable.

» J'ai répété ces essais avec du caramel pur; les résultats obtenus ont été tout à fait ceux que j'avais obtenus avec le vin auquel j'avais ajouté du caramel. Sans aucun doute, les couleurs du caramel peuvent donc faire naître une confusion avec celles dérivées de la houille.

» Pour éclairer sur un second point ce sujet intéressant, j'ai préparé du caramel avec de la dextrose et avec de la saccharose très pures.

» Les deux solutions de caramel ainsi préparées ont été traitées par le sous-acétate de plomb et agitées avec de l'alcool amylique; celui-ci restait incolore avec le caramel-dextrose; avec le caramel-saccharose, au contraire, l'alcool prenait une couleur jaune orange.

» Sursaturés l'un et l'autre avec de l'ammoniaque, puis agités avec de l'alcool amylique, le premier donnait à l'alcool une couleur jaune verdâtre; le deuxième, une couleur jaune orange très foncée.

» L'éther ne prenait aucune couleur avec le premier; il se colorait en jaune orange avec l'autre.

» La laine mordancée prenait avec le premier une couleur jaune; avec le deuxième, jaune orange.

» L'épreuve de Cazeneuve n'altère en rien la couleur primitive des deux solutions.

» On voit donc que les deux caramels se comportent de deux façons sensiblement différentes en présence des réactifs indiqués.

» Je poursuis ces recherches; mais il résulte de ces expériences que l'expert doit être en garde contre la confusion possible entre les couleurs de la houille et celles du caramel. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la pression osmotique dans les graines germées.* Note de M. L. **Maquenne**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« La première manifestation de la vie, dans une graine, est un gonflement considérable, qui arrive parfois à doubler son volume et qui peut atteindre une énergie suffisante pour déterminer la rupture d'obstacles mécaniques tels, par exemple, que les parois d'un vase en verre mince. Ce gonflement est dû à la pénétration de l'eau dans l'intérieur de la graine et à la pression que ce liquide exerce sur les parois des cellules, après qu'il s'est emparé de tous les principes solubles qu'elles contenaient; c'est donc déjà un phénomène d'osmose, comparable à ceux qui s'observent au cours de la vie végétale, et dont j'ai essayé de faire voir l'importance, dans une Note précédente, à propos de la maturation des betteraves (1).

» Il m'a paru intéressant de déterminer la valeur de ces pressions osmotiques initiales, qui sont en quelque sorte le point de départ de l'évolution de la jeune plante et dont l'intensité doit être en rapport étroit avec celle de l'hydrolyse qui, sous l'action des diastases, amène peu à peu tous les matériaux en réserve dans la graine à l'état soluble.

» Pour y réussir j'ai fait usage de la même méthode que j'ai déjà employée dans l'étude des betteraves, c'est-à-dire de la cryoscopie, appliquée aux sucs extraits par pression des graines mises en expérience. La température de congélation de ces sucs permet, par un calcul simple, de déterminer la pression osmotique correspondante, avec une approximation qui suffit amplement à des recherches de ce genre.

» Les graines ont été mises à germer dans l'eau, sous l'action d'un courant continu d'air; avant d'en extraire les sucs, et pour avoir ceux-ci dans le plus grand état de pureté possible, on a eu soin de les essorer entre des feuilles de papier buvard, jusqu'à ce qu'elles ne mouillent plus celui-ci. Malgré cette précaution il est certain que les liquides recueillis se trouvaient encore quelque peu étendus d'eau, en sorte que les chiffres suivants doivent être considérés comme des minima.

	Durée de la germination.	Point de congélation.	Pression osmotique.
	jours	o	at
Lupin blanc..........	10	— 0,535	6,4
Lentille..............	10	— 0,585	7,1

(1) *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 834.

	Durée de la germination.	Point de congélation.	Pression osmotique.
	jours	o	at
Pois de Clamart......	6	— 0,68	8,2
Id.	10	— 0,81	9,8
Id.	16	— 0,65	7,8
Hélianthus..........	10	— 0,40	4,8

» Ces résultats montrent que, ainsi que chez les plantes adultes, la pression intérieure dans les graines germées atteint une valeur considérable, voisine de dix atmosphères, qui suffit à rendre compte des effets mécaniques produits lors de leur gonflement; ils nous donnent, de plus, un moyen de préciser, mieux que ne saurait le faire l'analyse, l'état sous lequel se trouvent les principes solubles de la graine au cours de son évolution, car il suffit de déterminer la proportion centésimale de matière dissoute dans les sucs congelés pour en déduire son poids moléculaire brut.

» C'est ainsi que, après six jours de germination, le jus de pois germés a été trouvé contenir 8,1 pour 100 de substance soluble, dont le poids moléculaire moyen était 239; ce nombre est très notablement supérieur au poids moléculaire 180 du glucose : aussi le liquide n'a-t-il donné aucune réaction avec la liqueur de Fehling, non plus qu'avec l'acétate de phénylhydrazine.

» Le jus extrait des graines d'Hélianthus, après dix jours de germination, renfermait 3 pour 100 de matière dissoute, de poids moléculaire moyen 136 : la liqueur contenait alors une proportion notable de glucose, qui a été caractérisé par ses propriétés réductrices et par son osazone.

» Il serait curieux d'appliquer cette méthode à l'étude des transformations successives que subissent les principes en réserve dans la graine, au cours de son développement normal : c'est une recherche que je me propose d'entreprendre et au sujet de laquelle j'espère pouvoir bientôt communiquer de nouveaux résultats à l'Académie.

» En terminant, je ferai remarquer que les pressions dont je viens de donner la mesure approximative ne se manifestent plus au contact des antiseptiques tels que le bichlorure de mercure qui, en détruisant le protoplasma, enlèvent aux parois cellulaires leur propriété de membranes semi-perméables. Le gonflement des graines et surtout l'apparition de hautes pressions osmotiques au début de la germination est donc un phénomène d'ordre physiologique et caractéristique de la vie. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Élasipodes recueillis par le* Travailleur *et le* Talisman. Note de M. **Rémy Perrier**, présentée par M. Milne Edwards.

« Parmi les formes abyssales recueillies en 1882 par le *Travailleur*, et par le *Talisman* en 1883, la classe des Holothuries est représentée par plus de 700 individus. J'ai à peu près terminé l'examen de ce riche matériel.

» La présente Note est relative à la famille des Élasipodes, spéciale aux grands fonds. Aux seuls *Élasipodes* se rapportent 354 individus répartis en 9 genres, dont 2 nouveaux, et 14 espèces dont 10 nouvelles, auxquelles il faut ajouter deux variétés également nouvelles.

» Les expéditions similaires, effectuées dans les mêmes parages, n'ont recueilli qu'un fort petit nombre d'individus de ce groupe, se rapportant à 8 espèces seulement. Je me contente de donner la liste des espèces avec la diagnose des espèces nouvelles :

» I. Tribu des Deimatinés. — 1. *One irophanta mutabilis*, Théel, dont le *Challenger* a pu constater l'immense dispersion, n'avait pas cependant été trouvé dans l'Atlantique au-dessus de 40° latitude sud.

» 2. *Lætmogone violacea*, Théel, également très cosmopolite, est représenté par un très grand nombre d'individus, qui permettent de constater la grande variabilité de l'espèce.

» 3. *Benthogone rosea*, Kœhler. Les 47 individus récoltés montrent ici encore une assez grande variation; mais, les types extrêmes étant reliés par une série ininterrompue d'intermédiaires, tous les individus doivent être rapportés à la même espèce qui se divise en deux variétés : 1° l'une large, plate, à tégument lisse blanchâtre dans l'alcool, à papilles dorsales courtes; 2° l'autre, allongée, presque cylindrique, à tégument rugueux, d'un gris jaunâtre, à papilles dorsales plus longues (*B. rosea*, var. *cylindrica*).

» Dans la variété n° 1 on ne trouve, en dehors des deux rangées de papilles dorsales signalées par M. Kœhler, qu'un très petit nombre de papilles isolées, tandis que dans la variété *cylindrica*, il existe constamment, au côté externe des rangées principales, d'autres papilles semblables, qui se disposent nettement, elles aussi, en une ligne longitudinale; elles peuvent même arriver à former de chaque côté une seconde rangée presque complète (*B. rosea*, var. *4-lineata*). Les sclérites, partout les mêmes, ont la forme de roues.

» II. Tribu des Elpidiinæ. — Tous les auteurs ont constaté le caractère artificiel des divisions génériques admises par Théel pour cette tribu. En particulier, le genre *Peniagone* a pour caractère essentiel l'existence, sur la face dorsale, d'un large appendice transverse ou oblique. Or, ce *lobe dorsal*, est strictement représenté chez certains *Scotoplanes*, par quatre papilles contiguës, disposées en une ligne transversale et dont la coalescence produit le lobe du *Peniagone*. La nature des sclérites permet, au contraire, d'établir des coupes génériques de la plus grande netteté.

» *a*. Des sclérites cruciformes, non accompagnés de sclérites en C ou sigmas, caractérisent toutes les *Peniagone,* sauf une espèce.

» *b*. Des spicules droits, grands et épineux, se trouvent chez la plupart des *Scotoplanes,* avec des sigmas.

» *c*. Enfin dans *P. Naresi, Sc. insignis* et *Sc. robusta*, et en outre dans une espèce nouvelle que j'appelle *P. porcellus,* existent avec des sigmas des sclérites triradiés.

» Il est plus logique d'adopter le caractère des sclérites comme caractère dominateur, de restreindre par suite les genres *Peniagone* et *Scotoplanes* de Théel, et de grouper, dans un genre spécial que j'appellerai *Periamma*, les espèces à sclérites triradiés.

» 1. *Peniagone porcellus* sp. nov. — Corps ovoïde très renflé; bouche à l'extrémité antérieure de la face ventrale. Lobe transversal nettement divisé en quatre lanières, ses papilles constitutives étant libres sur une grande longueur; en arrière du lobe, deux autres papilles volumineuses. Pieds ventraux commençant immédiatement en arrière du cercle des tentacules, au nombre de 9 ou 10 de chaque côté.

» Sclérites grands, cruciformes avec quatre longs bras dentés et arqués, ayant, à leur base, une épine proéminente denticulée. Se distingue de la *P. affinis* par sa taille plus petite (3^{cm} au lieu de 10) sa forme plus ramassée et par la disposition des appendices dorsaux.

» 2. *Peniagone azorica*. — Un individu fort mal conservé, dont le lobe dorsal et les sclérites sont identiques à ceux que décrit Marenzeller, mais dont les deux tentacules antérieurs, qui sont seuls conservés, présentent une longueur notablement plus grande que dans la figure donnée par cet auteur.

» *Periamma* n. g. — Corps ovoïde ou allongé, portant sur la face dorsale une rangée transversale de quatre papilles contiguës ou coalescentes en un lobe transverse et en arrière deux autres papilles libres, une de chaque côté; des sclérites triradiés et des sigmas.

» 3. *P. roseum* sp. nov. — Espèce très voisine de *P. Naresi;* mais le corps est court et ramassé, la bouche nettement ventrale, à l'extrémité d'une sorte de pédoncule gros et court. Des dix tentacules, les postérieurs sont notablement plus petits; neuf pieds latéraux de chaque côté, le premier assez loin en arrière de la bouche, les postérieurs reliés par un repli cutané. Sclérites triradiés, portant près de la base de chaque branche un tubercule denticulé très net.

» 4 *Tutela echinata*, n. g. n. sp. — Corps court, ovoïde; 10 tentacules égaux. Bouche centrale, à l'extrémité antérieure du corps. De chaque côté de la sole ventrale, 4 pieds latéraux, non rétractiles, cylindriques, écartés l'un de l'autre. 3 petites papilles dorsales sur chaque radius, souvent à peine visibles. Tégument mince et transparent. Sclérites en forme de spicules pointus et droits, portant à quelque distance de chaque extrémité un groupe de 3 points, deux cachés dans le tégument, la troisième saillante à la surface du corps, qui en est toute hérissée.

» III. Tribu des Psychropotinæ. — 1. *Euphronides auriculata,* n. sp. — Caractérisée par le développement considérable de deux papilles dorsales, situées environ au tiers antérieur; elles sont coniques, se touchent presque par leur base et se dirigent horizontalement en divergeant en avant. Ces papilles sont précédées, sur chaque radius dorsal, par trois autres papilles beaucoup plus petites. Longueur, 10^{cm}. Appendice

dorsal volumineux, aplati, largement inséré sur le dos. Sclérites dorsaux cruciformes, faiblement convexes ; ceux de la face ventrale beaucoup plus petits.

» 2. *Euphronides Talismani,* n. sp. — Un seul individu, mal conservé, mais dessiné à bord, d'après nature, par M. Ed. Perrier. Quatre paires de papilles ambulacraires dorsales, la quatrième plus volumineuse, comme dans l'espèce précédente ; mais 1° ces dernières papilles n'atteignent pas, à beaucoup près, le même développement, elles sont largement éloignées l'une de l'autre ; 2° les petites papilles sont insérées sur deux lignes qui se rapprochent en avant ; 3° le corps est moins aplati, sans rebord distinct ; 4° l'appendice caudal est notablement plus petit ; 5° deux espèces de sclérites cruciformes, des grands et des petits, à forme un peu différente de celle qu'on trouve dans *E. auriculata*.

» 3. *Euphronides violacea.* Corps haut et non comprimé, sans aucune espèce de rebord aplati, même en avant; coloré en violet plus ou moins foncé; trois paires de papilles dorsales, la postérieure plus grosse; sclérites cruciformes à aiguillon central très développé, et portant de petites épines le long des bras, dont l'extrémité est lisse et pointue.

» 4. *Psychropotes buglossa,* très voisine de *Ps. varipes* Ludwig, draguée par l'*Albatros* sur la côte ouest de l'Amérique.

» La présence de deux formes représentatives si analogues dans les deux océans est intéressante. Voici les caractères différentiels de notre espèce : tentacules buccaux postérieurs notablement plus petits que les antérieurs; pieds latéraux moyens continuant nettement ceux qu'englobe le rebord péricéphalique, et se distinguant faiblement des pieds postérieurs, qu'unit un repli s'atténuant peu à peu en avant; papilles dorsales typiquement au nombre de sept paires, se réduisant à quatre paires par régression; les sclérites, tous cruciformes, sont très convexes, avec un aiguillon central simple ou bifurqué et, sur chaque bras, un certain nombre d'épines, la première très haute, toujours simples; sclérites ventraux, petits et peu serrés.

» 5. *Psychropotes fucata* sp. nov. — Diffère de l'espèce précédente : 1° par l'appendice digitiforme que porte la queue à son extrémité ; 2° par la situation de l'orifice génital, notablement en avant des premières papilles dorsales ; 3° ces papilles sont au nombre de trois paires ; 4° sclérites cruciformes, bien plus petits, aussi serrés sur la face ventrale que sur la face dorsale.

» 6. *Benthodytes lingua* sp. nov. — Quinze tentacules entourés par un repli labial très net. La bouche conduit dans une sorte d'atrium, dont les parois sont couvertes de nombreuses villosités, molles, ramifiées à leur extrémité. Deux rangées de papilles dorsales grêles et allongées, de dimensions très différentes; pieds latéraux en forme de papilles coniques raides et pointues, incluses dans le rebord latéral.

» Deux rangs de pieds sur le radius impair. En outre, sur la face ventrale, de petites papilles éparses, d'un pourpre plus ou moins foncé, presque toutes en avant des pieds médians. Quelques-uns forment un cercle irrégulier autour de la bouche, ou bien en ligne transversale en arrière de celle ci. Sclérites cruciformes, gros, convexes, avec une pointe centrale bi ou trifurqués, entièrement couverts d'épines. D'autres sclérites plus petits, cruciformes ou irréguliers.

» 7. *Benthodytes glutinosa* sp. nov. — Diffère de *B. typica* Théel, par sa forme plus allongée et par l'absence complète de papilles dorsales. Sclérites très clairsemés,

surtout sur la face dorsale, en forme de spicules droits ou légèrement courbés, épineux aux extrémités. Muscles ambulacraires très développés. »

ZOOLOGIE. — *Des nucléoles composés, notamment dans l'œuf des Annélides* [1]. Note de M. **Auguste Michel**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les nucléoles composés, découverts autrefois dans l'œuf des Naïades, ont été retrouvés par O. Hertwig [2] dans les œufs d'autres Mollusques, et étudiés par Flemming (1882); depuis Lönnberg (1892) les a signalés dans les cellules hépatiques de Mollusques. Chez les Annélides, Giard (1881) les a décrits dans les œufs de *Spiophanes bombyx* Clpd. (*Spio crenaticornis* Mont.), et Vejdovsky (1882) les a figurés dans ceux de *Sternaspis*. J'ai trouvé ces nucléoles : au nombre de *deux* ou plus, chacun double et même plus composé, dans l'œuf de *Nephthys*, assez transparent, comme celui du *Spiophanes bombyx*, pour être observé directement; un double dans l'œuf de l'*Hediste* (*Nereis*) *diversicolor*, en faisant sortir le noyau par compression. Mes recherches ont porté sur les nucléoles d'œufs de *Nephthys* et de *Spiophanes bombyx*.

» Ces nucléoles composés comprennent : 1° une partie très légèrement granuleuse et sombre, colorable à la safranine, plus fortement même que le reste de l'œuf; presque toujours dans les *Spiophanes* avec un petit corpuscule (granule ou vacuole) très net, sans être cependant plus colorable; dans les *Nephthys* on voit assez souvent ce corpuscule, quoique moins net, ou une région légèrement vacuolaire; 2° une partie claire, réfringente, très légèrement jaunâtre, comme huileuse, non colorable.

» Chez les *Nephthys* il y a le plus souvent *deux* nucléoles doubles, chacun en forme de gland, la substance colorable recouvrant plus ou moins complètement la masse claire comme d'une calotte; mais on observe aussi moins souvent l'une des dispositions suivantes pour le nombre de nucléoles ou la forme de chacun : trois nucléoles doubles, une sphère claire entre deux parties sombres presque à l'opposé; inversement, une partie sombre et deux sphères claires presque opposées, nucléoles plus composés avec plusieurs sphères claires et même comme spumeux, sphérules claires libres en plus de

---

[1] Travail du laboratoire maritime de M. le professeur Giard, à Wimereux-Ambleteuse.

[2] O. Hertwig a signalé aussi la différenciation du nucléole d'œufs d'Astéries en deux substances lors de la formation du premier fuseau polaire, mais ce cas est différent : c'est la différenciation de chromatine au sein de la pyrénine.

celles des nucléoles doubles jusqu'à une douzaine; les individus présentant ces formes spéciales sont assez rares, mais celles-ci sont très fréquentes parmi les œufs de ces individus. Chez les *Spiophanes*, il n'y a qu'un nucléole double ordinairement en deux sphères accolées, la réfringente généralement plus grosse, soit au contact, soit se pénétrant davantage, moins souvent en gland, parfois deux parties colorables sur le côté d'une sphère claire plus grande, parfois enfin les deux parties séparées, ce qui confirme la description déjà donnée antérieurement par Giard; je n'ai cependant pas trouvé d'une manière constante le corpuscule de la masse colorable.

» Dans une observation, à la place de deux sphères claires isolées, j'ai retrouvé, quelques instants après, une seule sphère plus volumineuse, sans avoir été cependant témoin de la fusion. On peut voir parfois, sous la pression de la lamelle, une sphère claire s'allonger pour reprendre ensuite sa forme sphérique.

» Sous l'influence de l'eau distillée, les deux masses se séparent assez rapidement; les parties colorables deviennent vacuolaires, mais gardent leur forme sans gonflement, en une calotte, ou en deux calottes isolées, ou en sphère creuse plus épaisse d'un côté, ou en une masse à deux entailles concaves, suivant leur disposition primitive dans le nucléole; les parties claires, alors tout à fait sphériques, par une transformation lente, tantôt deviennent vacuolaires et s'effacent, tantôt diminuent et se réduisent à une petite masse à double contour, à quelque distance de la calotte ou à l'intérieur de la sphère creuse de substance colorable; une fois, une de ces petites masses, étant sortie accidentellement du noyau par pression de la lamelle, s'y est de suite regonflée.

» Sous l'action de l'acide chlorhydrique à 1 pour 100, de l'acide acétique, des deux masses, se séparant comme précédemment, la claire devient granuleuse et même vacuolaire et enfin brusquement s'efface en se gonflant lorsque le vitellus lui-même s'éclaircit; l'autre devenue assez brillante se conserve tout en se gonflant beaucoup.

» L'eau salée à 5 pour 100 arrondit le nucléole, les sphères claires rentrant dans la masse, puis le tout s'efface peu à peu; de plus fortes solutions produisent le même effet plus rapidement.

» Avec le sulfate de cuivre concentré, les masses claires s'effacent, mais les masses colorables sont conservées, ainsi qu'avec le ferrocyanure de potassium.

» Les masses claires, avec leur aspect, leur forme sphérique et leur déformation temporaire par la pression, leur variation de taille suivant les conditions osmotiques, l'épaississement de leur paroi par réduction de volume, apparaissent comme des vésicules à contenu liquide spécial. Pour les masses colorables, la coloration même n'indique que la chromatine ou la pyrénine : la chromatine est exclue et la pyrénine démontrée par l'absence de gonflement par l'eau et par le gonflement par les acides, par l'insolubilité dans le sulfate de cuivre ou le ferrocyanure de potassium : ce sont donc là de vrais nucléoles.

» Quant à l'origine de ces nucléoles composés, on n'a jamais observés que des stades séparés, sans pouvoir fixer le sens de leur enchaînement; l'observation de M. Giard, d'un stade avec masse hors du noyau, demanderait à être confirmée au point de vue de l'identification de cette masse avec la future masse colorable, vrai nucléole; en tous cas, dans l'hypothèse d'une

fusion d'éléments d'abord séparés, la valeur de cette fusion serait bien diminuée dans le cas (normal chez les *Nephthys*) de deux ou plusieurs nucléoles composés. Au contraire, l'aspect des vésicules et leur disposition dans les nucléoles ou à l'état libre, enfin d'après Flemming la différenciation apparaissant avec la maturité, portent à croire à des vacuoles à contenu spécial formées dans le nucléole et finalement éliminées. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le développement du Black Rot de la Vigne* (Guignardia Bidwellii). Note de M. P. VIALA, présentée par M. L. Guignard.

« Les formes de reproduction du *Guignardia Bidwellii*, cause du *Black Rot* de la Vigne, sont, comme celles de beaucoup de Pyrénomycètes, très complexes et très variées. Dans divers travaux, nous avons signalé : les pycnides, les spermogonies, les périthèces, les conidiophores, les sclérotes simples ou pycnidiens, et les spores mycéliennes analogues aux chlamydospores. Les pycnides jouent le rôle le plus important comme organe de propagation de cette importante maladie de la Vigne pendant la végétation, ou comme organe de perpétuation du parasite, avec les sclérotes et les périthèces, à travers la mauvaise saison. Les réinvasions annuelles sont le résultat du développement, au printemps, des périthèces et de leurs sporidies aux dépens des sclérotes simples ou des sclérotes pycnidiens, mais résultent aussi des pycnides qui se sont conservées intactes avec leurs stylospores depuis l'automne jusqu'au printemps; on trouve actuellement de nombreuses pycnides pleines de stylospores bien organisées. Les chlamydospores ne se forment que dans des conditions anormales de cultures artificielles et ne s'observent jamais, ainsi que nous avons pu encore le vérifier cette année, dans l'état de végétation normale du Champignon et de la Vigne.

» Les conidiophores n'avaient été signalés qu'exceptionnellement ([1]) et comme se produisant aux dépens des sclérotes des grains secs, après le repos de la végétation, et seulement en culture artificielle; on ne les avait jamais observés à l'état naturel dans les vignobles. La grande et désastreuse invasion du *Black Rot*, en 1896, dans le département du Gers, m'a permis

([1]) VIALA et RAVAZ, *Nouvelles espèces de* Phoma (*Bulletin de la Société botanique de France;* 1886).

d'observer les conidiophores en très grand nombre et très fréquemment, et de me rendre compte du rôle important qu'ils jouent comme organe de propagation rapide et à distance du parasite, comme cause d'intensité et de gravité de la maladie dans les conditions de chaleur et d'humidité les plus favorables au Champignon. En général, cependant, les pycnides avec leurs stylospores sont les éléments les plus communs pour la multiplication du *Guignardia Bidwellii*.

» Les conidiophores se développent, en pleine invasion du *Black Rot*, aux dépens du mycélium interne aux baies, ou des pycnides qui ont déjà vidé leurs stylospores. On peut les obtenir ainsi en culture artificielle, et on les observe très nombreux dans les vignobles, sur les grains de raisin qui portent de nombreuses pustules, et qui ont acquis leur grosseur normale avant la véraison. L'activité végétative du *G. Bidwellii* est si grande, au mois d'août avec des temps lourds (chauds et humides), que le mycélium forme, surtout vers la peau, un épais enchevêtrement de filaments qui, — ainsi que nous l'avons constaté pour la première fois, — produisent jusqu'à deux et trois étages superposés de conceptacles pycnidiens qui viennent successivement émettre, à l'extérieur, les fils de leurs stylospores. Dans les mêmes conditions de végétation intense du Champignon, on voit certaines pelotes mycéliennes sous-épidermiques, condensées comme celles qui sont l'origine des pycnides, s'épanouir, à la surface du grain envahi, en nombreuses houppes blanchâtres qui sont des conidiophores. Dans d'autres cas, et souvent sur les mêmes grains, les pycnides, vidées de leurs stylospores, sont comprimées vers l'extérieur; leur ostiole éclate et s'élargit jusqu'à mettre à nu l'intérieur du conceptacle; les basides se prolongent alors en conidiophores qui forment des îlots blanchâtres analogues aux précédents. On peut suivre le développement des conidiophores [1] en culture artificielle; ils se forment souvent en deux ou trois heures et, au plus, en six ou huit heures.

» La preuve expérimentale de la relation de ces conidiophores et du *G. Bidwellii* n'avait pas encore été donnée. En inoculant les conidies jeunes, ou germées en culture artificielle, sur des grains sains, nous avons reproduit tous les caractères d'altération du *Black Rot*.

---

[1] Les conidiophores mesurent de 150 à 180 μ de hauteur. Le pied est cylindrique, cloisonné et renflé à sa base. Il se divise en deux, trois ou quatre branches, renflées aussi à leur point d'insertion, et séparées par une cloison. Ces branches secondaires se ramifient, en s'amincissant, en deux, trois ou quatre stipes terminaux de longueur uniforme, et qui produisent une conidie à leur sommet effilé. Les conidies sont ovoïdes (5 μ sur 2 à 3 μ), à membrane mince, granuleuses, incolores et transparentes. Dans nos essais, les conidies germaient encore dans des solutions de sulfate de cuivre à des doses où les spores du Mildiou n'évoluent pas, mais leur germination ne se produit plus dans des solutions cupriques où les stylospores continuent cependant à végéter.

» Si ces grains inoculés sont maintenus dans une atmosphère humide et à une température de 30° à 35° C., ils sont envahis par le mycélium et complètement bruns en huit ou dix heures; douze ou quinze heures après, les pelotons mycéliens se condensent vers la peau du grain et les pycnides se forment. Si ces grains, attenant à la grappe, peuvent être conservés dans ce milieu, les pycnides s'ouvrent, émettent leurs fils de stylospores, éclatent, et leurs basides s'organisent en conidiophores [1]. Les inoculations, par les conidies ou les stylospores, réussissent surtout si l'on plonge préalablement, et pendant cinq ou dix minutes, les grains de raisin dans l'eau presque bouillante, ou mieux dans l'eau chaude acidulée. J'indiquerai, dans un autre travail, des phénomènes différents pour le *Rot blanc* de la vigne (*Charrinia diplodiella*), et certains faits résultant de ces dernières expériences. Les inoculations par les conidiophores, ainsi que j'ai pu m'en assurer, déterminent une altération plus rapide, ou du moins un commencement d'altération plus rapide, que les ensemencements par les stylospores; les conidies germent plus facilement et plus vite que les spores des pycnides. Un grain de raisin inoculé par les conidies est complètement bruni au bout de huit à dix heures; ensemencé avec les stylospores, les premiers signes d'altération ne commencent que six à huit heures après, et le grain, dans les conditions de milieu les plus favorables, n'est tout altéré que deux ou trois jours après.

» Ces expériences et l'observation des bouquets blanchâtres de conidiophores dans les vignobles du Gers expliquent certaines invasions, exceptionnellement brusques et rapides, dans les vignes du Sud-Ouest. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le développement d'un champignon dans un liquide en mouvement.* Note de M. **Julien Ray.**

« Cherchant à me rendre compte, à l'aide des variations de conditions du milieu, de la valeur des divers caractères d'organisation d'un certain nombre de champignons inférieurs, êtres très maniables à cet égard, j'ai en particulier étudié les modifications produites dans ces moisissures cultivées sur un liquide constamment en mouvement.

» Voici les résultats obtenus avec un *Sterigmatocystis :*

» J'ai semé le champignon dans un ballon à demi plein de liquide, qui a été ensuite pendant deux mois soumis sans interruption à un mouvement rapide d'oscillation. Un semis identique a été fait en même temps dans un second ballon laissé fixe.

---

(1) En soumettant, par un dispositif particulier (circulation d'air d'abord et action progressive du chlorure de calcium), certains de ces grains au desséchement graduel, les baies altérées se rident, les pycnides non encore ouvertes restent fermées avec leurs stylospores dans l'intérieur, et l'on obtient, au bout de quinze à vingt jours, la production de sclérotes aux dépens des pelotons mycéliens en évolution.

» La moisissure s'est développée normalement dans ce dernier : la surface du liquide y est tout entière occupée par un épais feutrage de mycélium, uniformément recouvert d'une fructification blanche abondante et serrée.

» Dans le ballon mobile, la culture est formée d'un nombre considérable de petites masses *parfaitement sphériques*, sans cesse en mouvement, d'aspect cireux, sans fructification apparente; elles sont de diamètre variable, les plus grosses ayant $2^{mm},5$ environ. Leur élasticité est remarquable : écrasées, elles reprennent immédiatement leur forme primitive.

» Des coupes minces pratiquées dans ces sphères montrent qu'elles sont constituées par des filaments enchevêtrés; à la limite, tout autour, se voient un certain nombre de têtes sporifères, portées par de gros filaments. Quand on examine une culture bien plus jeune, qui est également un ensemble de sphères, on remarque au centre de celles-ci un groupe de spores qui ont germé en produisant des filaments ramifiés dans toutes les directions; c'est le groupe origine de la petite masse sphérique : il n'en reste plus trace dans les sphères d'une culture âgée.

» Donc le mouvement continuel du liquide, en modifiant à tout instant l'orientation des spores, ce qui soustrait l'organisme en voie de développement à l'action des forces de direction constante, lui enlève la forme normale connue. Si, par avance, le devenir de ces spores n'était point déjà, en partie, déterminé, en ce sens qu'elles ne peuvent germer qu'en un certain nombre de points et qu'elles doivent donner des filaments, il devrait y avoir croissance égale dans toutes les directions, c'est-à-dire production d'une sphère pleine; en réalité, on obtient *une sphère formée de filaments très enchevêtrés en tous sens*.

» A côté de cette première modification, modification morphologique due à l'adaptation de la plante à ce milieu différent, il y a des changements dans la structure.

» Les filaments sont bien plus *abondamment cloisonnés* que ceux de la culture fixe. Les membranes sont partout d'une épaisseur double ou triple; cela est surtout sensible dans les pieds sporifères, dont la cavité est même souvent obstruée par des expansions cellulosiques, de forme hémisphérique, de la membrane. Il y a, par conséquent, renforcement du système de soutien de la plante. Ce développement d'organes de protection ou de soutien, cet accroissement de la résistance de la plante est une conséquence des chocs et des frottements violents qu'elle subit de la part du liquide ou des parois du vase, en somme de la résistance plus grande du milieu. Si, au lieu d'expérimenter avec un ballon contenant un demi-litre de liquide nutritif, on opère avec un tube à essais contenant simplement quelques centimètres cubes du liquide, on obtient bien encore des sphères, mais très molles et très peu résistantes.

» Si maintenant on examine le contenu des intervalles entre les cloisons, tandis que, dans le cas de la culture fixe, ils renferment plusieurs noyaux, ce qui constitue une structure articulaire, ils tendent ici à devenir des *cellules*.

» Pour ce qui est de l'appareil fructifère de la plante, nous constatons qu'il apparaît tardivement; de plus, il est *mal conformé* et produit beaucoup moins de spores. La plante est donc gênée dans sa reproduction par ce mode de vie. Par contre, il y apparaît, mais bien mieux constitué que dans la culture fixe, un organe de conservation d'une autre nature : beaucoup de sphères présentent des points noirs; extérieurement, c'est un feutrage de filaments bruns, le cœur est un parenchyme de cellules polygonales à paroi très épaisse et lumière très réduite, rappelant (pour ce qui est de la membrane) le sclérenchyme des plantes phanérogames, mais les cellules sont bien remplies d'un contenu granuleux. C'est, *plus différencié, le sclérote* qu'on observe dans une culture fixe âgée.

» Donc, dans les conditions toutes nouvelles que nous avons imposées à la plante, réduction de la forme conidienne, tendance vers des formes de conservation meilleures. D'ailleurs, le mouvement du liquide favorise, nous l'avons dit, une ramification serrée de la plante, excite, par conséquent, le développement de pseudoparenchyme, qui est l'origine des formes dites parfaites de reproduction.

» En résumé, la plante s'est adaptée à la vie en liquide agité, avec les circonstances suivantes :

» 1° Formes sphériques;

» 2° Résistance plus grande;

» 3° Tendance à la structure cellulaire;

» 4° Formes de conservation meilleures.

» Les changements dans le milieu ont amené des changements importants dans la plante, dans ses caractères de morphologie, de structure et de développement, pouvant nous éclairer sur la signification de ces caractères. »

GÉOLOGIE. — *Recherches géologiques dans le Caucase central.* Note de M. **Vénukoff**, présentée par M. Fouqué.

« L'Administration des chemins de fer russes, avant de construire la ligne Vladicaucase-Tiflis, avait chargé MM. Inostrantzeff, Lœwinson-Lessing, Karakasch et Stréchewsky de faire les recherches géologiques à travers les monts Caucasiens, notamment par les vallées de l'Assa et de Pschavskaïa-Aragva, affluents du Térek et de la Koura. Voici les résultats principaux de ces recherches [1] :

---

[1] Voir l'Ouvrage de M. Inostrantzeff : *Au travers de la chaîne principale du*

» Le tracé du chemin de fer projeté rencontre les dépôts suivants : schistes de la chaîne principale du Caucase, sédiments jurassiques, crétacés et tertiaires, dépôts récents et roches éruptives de différents âges. Les *schistes* argileux noirs fendillés par de nombreuses fissures et plissés tantôt en plis à pente douce, tantôt en plis abrupts et renversés, sont les dépôts les plus anciens de la région. Souvent on trouve intercalées aux schistes des couches de grès quartzeux ou de quartzites; parfois, les schistes sont traversés par des filons de roches éruptives anciennes. Ces schistes ne sont pas tous de même âge géologique : tantôt ils sont paléozoïques, tantôt ils appartiennent aux formations liasiques.

» Les dépôts *jurassiques supérieurs* des deux versants de la chaîne présentent des différences très marquées. Sur le versant nord, ce sont des calcaires tantôt saccharoïdes à gros grain, tantôt cryptocristallins, compacts et aphanitiques; souvent ils sont dolomitisés. Sur le versant sud, les couches jurassiques ont un tout autre caractère : ce sont des calcaires compacts, argileux ou siliceux bigarrés, avec des couches de schistes marneux intercalés. Ces roches ne renferment presque pas de fossiles; pourtant, on y a trouvé les restes de *Rhynchonella* (nord) et d'un ammonite (sud).

» Dans le *système crétacé* l'on constate aussi une différence très marquée entre les dépôts du versant sud et ceux du versant nord. M. Karakasch divise les dépôts du versant nord en quatre étages, qui se distinguent entre eux, non seulement au point de vue paléontologique, mais aussi par leur composition lithologique. Il y a des couches néocomiennes, aptiennes et sénoniennes. Sur le versant sud, M. Lœwinson-Lessing signale une bande étroite des calcaires cristallins, avec les restes de lamellibranches, d'ailleurs difficiles à déterminer.

» Les *dépôts tertiaires* sont très dissemblables sur les deux versants du Caucase. Sur la pente septentrionale, on trouve des argiles noires, des conglomérats et des marnes sableuses, avec des fossiles des âges oligocène et bartonien. Sur le versant méridional, d'après M. Lœwinson-Lessing, l'éocène est représenté par des argiles bigarrées à gypse, des conglomérats et des calcaires bréchiformes, dans lesquels on trouve de nombreux restes microscopiques de *Lithotamnium* et des fragments de coquilles. Les plus récents des dépôts tertiaires, sur le versant sud, rappellent, par leur

---

Caucase. Un vol. in-4°, 250 pages, avec une carte et de nombreuses planches. Saint-Pétersbourg, 1896.

composition lithologique, les Nagelfluhe des Alpes; ils appartiennent à la série miocène et contiennent des restes d'*Helix*.

» Les *dépôts récents* sont représentés au Caucase central par les restes des anciens glaciers et les produits de la désagrégation des roches, de même que par les dépôts formés par des sources minérales qui existent de nos jours.

» Le futur chemin de fer caucasien traversera tous ces dépôts par une ligne de 200^{km} de longueur. Son point culminant sera à la hauteur de 1600^{m}, au milieu d'un tunnel de 11^{km} de longueur, qui percera la chaîne principale du Caucase. Ce tunnel sera construit au travers des roches schisteuses, tandis que le second tunnel, de 7^{km} de longueur, percera les couches calcaires dont sont formées les « Montagnes-Noires », parallèles à la chaîne principale, à la distance moyenne de 35^{km} au nord. Ce deuxième tunnel passera à la hauteur de 1000^{m} au-dessus de la mer. »

M. C. Blanc adresse l'énoncé d'un Théorème de Statique.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 novembre 1896.

Décimalisation du temps et de la circonférence, par M. Bouquet de la Grye, Membre de l'Institut. Paris, Noizette et Cie, 1896; 1 fasc. in-8°. (Présenté par l'auteur.)

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième Série. Tome XX. Septembre 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Connaissance des Temps ou des mouvements célestes pour le méridien de Paris, à l'usage des astronomes et des navigateurs pour l'an 1899, publiée par le Bu-

REAU DES LONGITUDES. Paris, Gauthier-Villars et fils. Septembre 1896 ; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Faye.)

Annuaire pour l'an 1897, publié par le BUREAU DES LONGITUDES. Paris, Gauthier-Villars et fils ; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Faye.)

Leçons de Pathogénie appliquée ; Clinique médicale ; Hôtel-Dieu ; 1895-1896 ; par M. A. CHARRIN, Professeur agrégé, Médecin des hôpitaux. Paris, Masson et Cie, 1897 ; 1 vol. in-8. (Présenté par M. Bouchard.)

Instructions pour la recherche des animaux articulés, par MM. E.-L. BOUVIER et CH. BRONGNIART. Autun, Dejussieu, 1896 ; 1 broch. in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Maladies des marins et épidémies nautiques ; moyens de les prévenir et de les combattre, par les Drs BUROT, Médecin principal de la Marine, et M.-A. LEGRAND, Médecin de première classe de la Marine. Paris, L. Baudoin, 1896 ; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. l'amiral de Jonquières.)

Théorie de la stabilité des locomotives, par M. J. NADAL, Ingénieur des Mines. (Extrait des *Annales des Mines*). Paris, Vve Ch. Dunod et P. Vicq, 1896 ; 1 vol. in-8°.

Comptes rendus des séances de la deuxième Conférence générale des Poids et Mesures, réunie à Paris en 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils ; 1 vol. in-4°.

Annuaire météorologique pour 1894, publié par l'Institut royal météorologique des Pays-Bas. Utrecht, I. Bœkhoven, 1896 ; 1 vol. in-4°.

Fragmenta phytographiæ Australiæ contulit FERDINANDUS DE MUELLER. Melbourne, vol. VI à XI ; 6 vol. in-8°.

Sulla propagazione dell'elettricità nei gas attraversati dai raggi di Röntgen. Memoria del professor AUGUSTO RIGHI. Bologna, 1896.

ERRATA.

(Séance du 2 novembre 1896.)

Note de M. *Th. Schlœsing* fils, Uniformité de la répartition de l'argon dans l'atmosphère :

Page 697, ligne 13 en tête de la première colonne de chiffres, *au lieu de* azote, *lisez* azote et argon.

(Séance du 16 novembre 1896.)

Note de M. *André Delebecque*, Sur l'étang de Berre et les étangs de la côte de Provence situés dans son voisinage :

Page 847, ligne 7, *au lieu de* la première, *lisez* le premier.